

UNIVERZITA KARLOVA

Přírodovědecká fakulta

Katedra aplikované geoinformatiky a kartografie

Studijní program: Geografie

Studijní obor: Geografie a kartografie



Vojtěch Uhlíř

**Návrh systému pro online sledování
automobilových závodů**

Proposal of online tracking system for racing

Bakalářská práce

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Miroslav Čábelka

Praha 2017

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem závěrečnou práci zpracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje a literaturu. Tato práce ani její podstatná část nebyla předložena k získání jiného nebo stejného akademického titulu.

V Praze dne 31. 7. 2017

Vojtěch Uhlíř

Poděkování

Na tomto místě bych rád poděkoval vedoucímu mé bakalářské práce Ing. Miroslavu Čábelkovi za věnovaný čas, odborné vedení a cenné podněty a připomínky. Děkuji také rodině a přátelům za podporu a pomoc během studia.

Návrh systému pro online sledování automobilových závodů

Abstrakt

Bakalářská práce se zabývá analýzou současných webových informačních technologií z hlediska možnosti jejich využití pro tvorbu systému pro online sledování automobilových závodů. V úvodu jsou představeny a zhodnoceny existující systémy pro sledování závodů. Dále jsou představeny současné webové geoinformační technologie.

V praktické části je na základě funkčních parametrů provedena srovnávací analýza těchto technologií se zaměřením na Google Maps API, OpenLayers a Leaflet. Hlavním výstupem je kompletní návrh univerzálního a modulárního systému pro online sledování automobilových soutěží, který splňuje aktuální požadavky motoristických organizací.

Klíčová slova: web, GPS, Google Maps API, Leaflet, OpenLayers

Proposal of online tracking system for racing

Abstract

The bachelor thesis deals with an analysis of current web information technologies and their potential use for creating an online tracking system for racing. At the beginning, already existing live tracking systems are presented and evaluated. Current web geoinformation technologies are presented as well.

In the practical part, a comparative analysis based on functional parameters is conducted with focus on Google Maps API, OpenLayers and Leaflet. The main outcome of the thesis is a complete proposal of a universal and modular system for online tracking of rally races which meets current requirements of motoring organisations.

Keywords: web, GPS, Google Maps API, Leaflet, OpenLayers

Obsah

1	Úvod, cíle práce.....	7
2	Rešerše literatury.....	7
3	Přínosy monitorovacích systémů v motorsportu	8
3.1	Přínosy pro organizaci závodu	8
3.2	Přínosy pro účastníky závodu	9
3.3	Přínosy pro diváckou veřejnost.....	9
4	Současné systémy pro GPS sledování.....	10
4.1	Mistrovství světa v rally (WRC).....	10
4.2	Mistrovství Evropy (ERC).....	12
4.2.1	Sporttraxx.....	Chyba! Zázložka není definována.
4.2.2	Rally-Base.com.....	13
4.3	Mistrovství ČR.....	14
4.3.1	ONI systém	14
4.4	Další technologie.....	15
4.5	Weby a aplikace	16
4.6	Připravovaná řešení.....	20
4.6.1	Výběrové řízení FIA	21
4.6.2	Výběrové řízení Autoklubu ČR	21
4.6.3	Srovnání požadavků FIA a AČR	22
5	Analýza geoinformačních technologií.....	23
5.1	Metodika hodnocení.....	23
5.2	Výsledky hodnocení.....	24
6	Návrh vlastního systému	25
6.1	Hardwarové vybavení	25
6.2	Funkce sledovací jednotky	28
6.2.1	Režim tréninku.....	29
6.2.2	Režim uzavřeného parkoviště.....	30
6.2.3	Režim servisní zóny.....	30
6.2.4	Přejezdový režim	30
6.2.5	Závodní režim	31
6.3	Desktopová aplikace	38
6.3.1	Funkce aplikace pro veřejnost	39

6.3.2	Funkce aplikace pro organizátory	40
7	Závěr.....	40
	Seznam literatury	41
	Přílohy.....	44

1 Úvod, cíle práce

Motorsport vždy byl, je a bude nebezpečným sportovním odvětvím. Zajištění náležité úrovně bezpečnosti je v zájmu všech zúčastněných. GPS technologie umožňují nepřetržité monitorování závodníků a v kombinaci s dalšími systémy mohou výrazně usnadnit zabezpečení a organizaci závodů. Shromažďovaná data mohou být dále využita pro živé sledování průběhu soutěže.

Cílem této práce je zdokumentovat a kriticky zhodnotit dosavadní pokrok na poli GPS technologií, analyzovat možnosti dostupných webových geoinformačních systémů a navrhnout systém, který dokáže jak splnit náročné požadavky na bezpečnost, tak i zatraktivnit motorsport jeho fanouškům.

2 Rešerše literatury

Nejdůležitějšími dokumenty, na základě kterých byly zhodnoceny současné webové informační technologie a podle jejichž požadavků byl zpracován vlastní návrh webového informačního systému, jsou zadávací dokumentace výběrových řízení na dodávku sledovacích GPS systémů pro závody rally. Své požadavky oficiálně formulovala jak Mezinárodní automobilová federace (FIA, 2017), tak i domácí orgán zaštiťující motoristický sport (Autoklub ČR, 2016). Zároveň byl návrh konzultován s platnými sportovními řády (Autoklub ČR, 2017) a byl tak zasazen do reálného rámce. Z předpisů byly také získány některé užitečné informace o dosavadní praxi a zavedených postupech.

Návrhem a realizací monitorovací jednotky z dostupných zdrojů přispěl svou diplomovou prací Bílek (2016). Popsané zařízení bylo po hardwarové i softwarové stránce navrženo správně, bohužel však nesplňuje některé nové technické požadavky sportovních autorit a nemůže tedy být schváleno pro provoz v profesionálních podmínkách. Přesto byly některé poznatky využity v předkládaném návrhu.

Podobným způsobem bylo možné v některých otázkách vyjít ze zkušeností ostatních sportovních odvětví. Lze uvést práci Špicara (2011) z prostředí orientačního běhu, kde bylo popsáno využití sledovacích systémů při živém sledování průběhu závodu. Potvrdil se předpoklad, že příbuzné obory při implementaci geoinformačních a geolokačních technologií stojí před podobnými výzvami.

Problematiku přenosu signálu při sledování závodů rally ve své diplomové práci podrobně zpracovala Šlapetová (2011). Kromě popisu technické stránky věci bylo dále přínosné především zhodnocení dosavadního vývoje příslušných zařízení a také legislativní pohled na dané téma. Z pohledu diváka i sportovního redaktora z prostředí automobilového sportu svými postřehy na téma přímých přenosů přispěl ve svém článku také Wanka (2009).

Tématem zpracování výchozích GPS dat a jejich dalšího využití se zabýval Dobroucký (2012). Jeho vlastní algoritmy a postupy vizualizace posloužily jako vítaná inspirace pro některé body návrhu, popsaného v této práci. Je však třeba některé návrhy nejprve korigovat tak, aby dodržovaly kartografické zásady. Geografické informační systémy dnes svými efektivními nástroji výrazně napomáhají rychlé tvorbě mapových výstupů (Dobešová, 2009), na druhou stranu mnoho operátorů GIS postrádá kartografickou průpravu (Voženílek, 2001). Finální produkt je pak většinou z kartografického hlediska nesprávný.

Za tímto účelem byly prostudovány především práce Brašnové (2012) a Báči (2016). Oba autoři se věnovali metodám digitální kartografie pro vizualizaci dynamických dat. Dynamické mapy definuje Voženílek (2001) při dělení map dle časového aspektu jako ty, jež vyjadřují změnu stavu mapovaného jevu v čase.

Lovelace (2014) si ve svém srovnání tří webových map – Google Maps, OpenLayers a Leaflet – uvědomuje, že tyto digitální technologie skrývají tak velký potenciál, že si zaslouží zachovat svou diverzitu. Není třeba skrývat, že tím autor míří proti Googlu jako gigantické korporaci.

3 Přínosy monitorovacích systémů v motorsportu

3.1 Přínosy pro organizaci závodu

Účelem sledovacích systémů je v první řadě zajistit přehled o poloze účastníků závodu. Jejich nepřetržité monitorování přináší vyšší úroveň zabezpečení a zároveň klade nižší nároky na personál, protože je řada úkonů automatizována, zpracována rychleji a spolehlivěji (např. generování výsledků). To s sebou nese i úsporu lidských zdrojů, tedy i finančních prostředků, nutných pro organizaci sportovních akcí. Kromě hladšího průběhu je také omezena pravděpodobnost chyby, která by měla vliv na výsledek závodu.

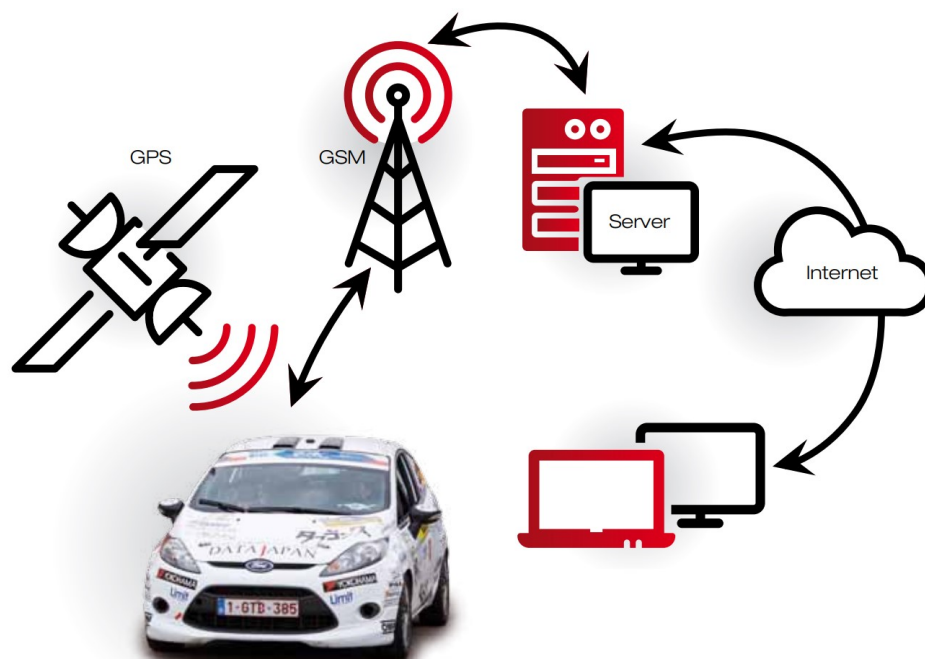
Sledování polohy také poskytuje možnost kontroly nad chováním závodníků – především dodržováním tratě a pravidel závodu. Lze také předcházet sporným situacím, protestům, pokusům o podvod a jiným pokusům ovlivnit regulérnost soutěže. Dohled nad účastníky lze vykonávat i mimo trať závodu při pohybu v běžném silničním provozu. Data v rámci systému je možné archivovat a mít tak kdykoli k dispozici podrobný záznam průběhu soutěže za účelem pozdějšího prozkoumání a vyhodnocení. Organizátoři závodů také mohou díky novým službám získat dodatečné zdroje příjmů – např. z reklamy nebo ze zpoplatněných funkcí.

3.2 Přínosy pro účastníky závodu

Závodníkům je především garantováno okamžité přivolání pomoci v případě havárie nebo jiné závažné situace. Prostřednictvím sledovacího systému také mohou komunikovat s vedením soutěže a naopak, realizovat lze i sběr telemetrických dat k dalšímu využití – v případě, že tyto údaje pořadatel účastníkům poskytne. Jezdci také mohou dostávat živé informace o výkonech soupeřů.

3.3 Přínosy pro diváckou veřejnost

Monitorováním polohy závodníků jsou diváci lépe informováni o průběhu závodu při jeho sledování jak přímo v místě konání, tak i online přes internet. Schéma obvyklého systému pro GPS sledování je naznačeno v obrázku 1. Analýza jízdy z GPS dat je po srovnávání časů a sledování záznamů z kamery instalované v autě dalším způsobem, jak sport přiblížit divákům. Dynamická vizualizace přináší nový náhled a nové možnosti porovnání, které by bez záznamů o poloze a rychlosti byly obtížně dostupné nebo nerealizovatelné.



Obr. 1: Schéma systému pro GPS sledování (zdroj: NAM, upraveno)

4 Současné systémy pro GPS sledování

4.1 Mistrovství světa v rally (WRC)

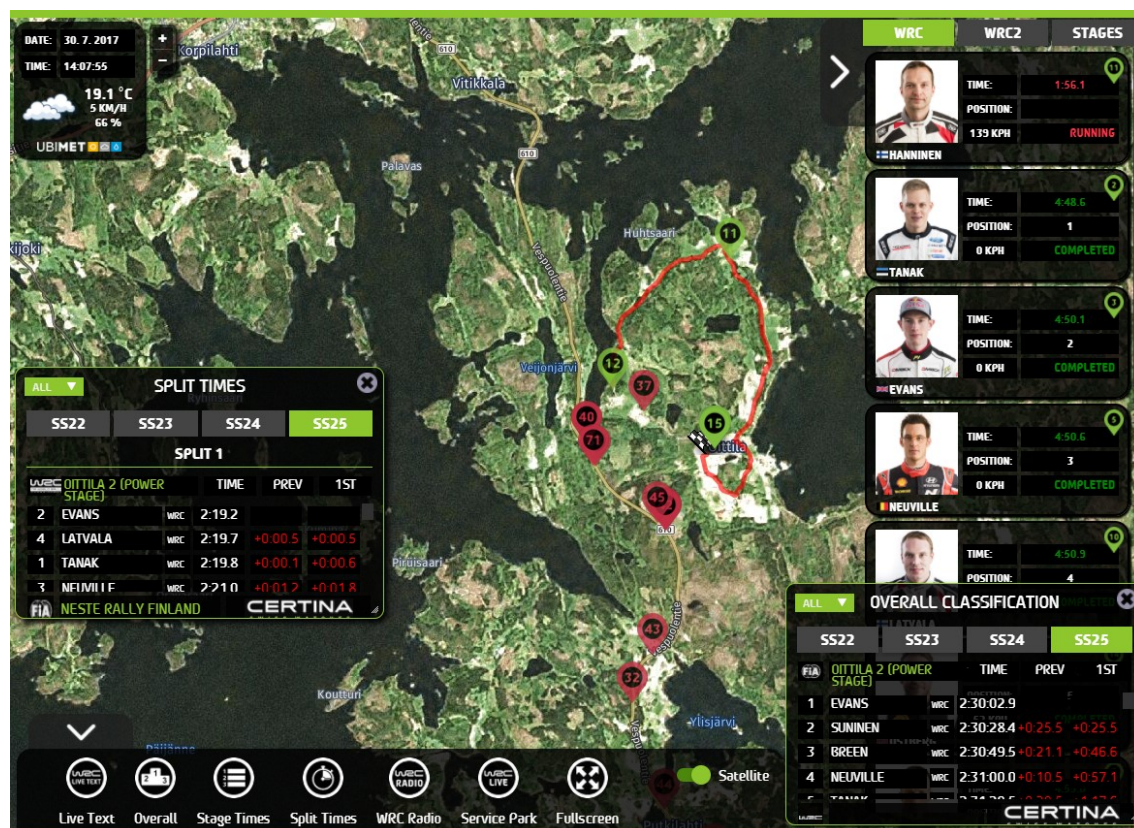
Dodavatelem systému pro sledování v šampionátu WRC je španělská firma SIT Sports, která od roku 2013 dodává komplexní služby pro časomíru a GPS sledování v mistrovství světa v rally. Pro organizátory poskytuje také televizní grafiku, výsledky a telekomunikace. Společnost pro zajištění přenosu dat disponuje vlastními letadly a helikoptéry. Komunikace je realizována na bázi velmi krátkých radiových vln. Používány jsou dvě sady sledovacích jednotek - jedna pro seznamovací jízdy, druhá pro vlastní závod. Systém umožňuje vyslání nouzového signálu manuálně i automaticky, pokud posádka nepotvrdí stav „OK“. Elektronická červená vlajka je podporována.

Sledovací jednotka nemá displej, externí ovládací panel je umístěný v dosahu a zorném poli obou členů posádky. Je vybaven SOS přepínačem s ochrannou krytkou, který slouží k manuálnímu vyslání nouzového signálu nebo deaktivaci automaticky spuštěného alarmu, tlačítkem pro potvrzení červené vlajky a pro vyslání signálu „OK“. Pro vizuální signalizaci slouží červená LED, při alarmu doplněná akustickým signálem. Druhá LED indikuje stav jednotky. (SIT Sports, 2017)

Do vozu jsou instalovány tři antény – rádiová vysokofrekvenční a GPS na střešku a kombinovaná GPS/GSM anténa do interiéru s volným výhledem na oblohu. Tyto antény by měly být umístěny co nejdál od ostatních antén (např. TV).

Sledovací jednotka a ovládací panel jsou napojeny na zdroj 12V napětí. Kabele je třeba vést tak, aby se předešlo možnému elektromagnetickému rušení.

Mistrovství světa na svém oficiálním webu nabízí fanouškům několik služeb pro sledování probíhajícího závodu. Vedle online textového komentáře je vysíláno streamované video ze servisního areálu a rally rádio v angličtině. Vlastní živé textové výsledky jsou spíše jednoduché a strohé, ale stránky WRC oproti jiným výsledkovým službám navíc poskytují ještě živé mezičasy. Podle délky jednotlivých tratí jsou nejčastěji umístěny dva nebo tři body, na krátkých rychlostních zkouškách nemusí být umístěn žádný mezičas. Všechny tyto služby jsou zahrnuty i v oficiální mobilní aplikaci WRC pro Android a iOS. V placené verzi WRC+ jsou navíc zpřístupněny živé videopřenosy a GPS sledování. Živé sledování zobrazuje obr. 2.



Obr. 2: Prostředí živého sledování WRC+ (zdroj: autor)

4.2 Mistrovství Evropy (ERC)

4.2.1 Sporttraxx

Italský dodavatel technologií pro GPS sledování poskytuje svůj kompletní balíček služeb mimo jiné i pro mistrovství Evropy a pro dálkové soutěže. Pro přenos dat je kromě GSM sítě využita i celosvětová síť komunikačních satelitů Iridium. Kombinace těchto sítí garantuje maximální spolehlivost a udržuje náklady na rozumné výši.



Obr. 3: GPS jednotky systému Sporttraxx (zdroj: Sporttraxx)

Sledovací jednotky jsou kompaktní (viz obr. 3), nemají však displej, vybaveny jsou pouze ovládacími tlačítky a LED. Ovládání a přehlednost je tak o trochu komplikovanější, protože nelze zobrazit data a oznámení v textové podobě. Poloha se aktualizuje 10krát za sekundu. Časomíra funguje na bázi laseru a identifikace vozů probíhá pomocí RFID, bez užití transpondérů. Naměřené časy jsou ověřovány daty z GPS. Systém společnosti Sporttraxx je otevřený, dává prostor spolupráci s třetími stranami. Dílčí prvky systému (GPS sledování, časomíra a přenos dat a výsledkový servis) mohou být poskytnuty odděleně včetně individuálního přizpůsobení zákazníkovi. (Sporttraxx, 2017)

Oficiální web mistrovství Evropy (ERC) přejímá online výsledky z webu Rally-Base.com a přidává pouze vlastní design. Ve vlastní režii ERC provozuje internetové

rádio a mobilní aplikaci pro Android a iOS. Do této aplikace jsou integrovány výše zmíněné výsledky i rádio.

4.2.2 Rally-Base.com

Český server Rally-Base.com nabízí v 17 jazykových mutacích živé výsledky a informace k závodům obou domácích šampionátů, mistrovství světa a mistrovství Evropy. Data od Rally-Base jsou základem pro výsledkový servis ERC nebo pro mobilní aplikaci Rally4Now (viz dále).

Rallye Monte Carlo 2017
19. 01. 2017 - 22. 01. 2017
Neoficiální výsledky
Výpis pro skupiny: Vše
RZ 17 - La Bollène-Vésubie - Peira Cava
2 (Power Stage)
Délka rychlostní zkoušky: 21.36km

Výběr: **Hlavní soutěž** Etapa 1 Etapa 2 Etapa 3 Etapa 4
RZ: 1 2 SP SP 3 4 5 SP 6 7 8 SP SP 9 10 SP 11 12 SP 13 SP 14 15 16 17
Třída: Vše RC1 RC2 RC3 RC4 RC5 RGT
Pohár: ABSOLUT Manufacturers WRC2 WRC3 WRC TROPHY

Poř. St. č.	Jezdec / Spolujezdec Vůz	Skup.	RZ čas	Pr. rychl. sec/km	Ztráta ved. Ztráta před.
1	5 Neuville T. / Gilsoul Nicolas Hyundai i20 Coupe WRC	RC1	00:14:14.4	90.00 0.00	00:00:00.0 00:00:00.0
2	8 Lefebvre S. / Moreau Gabin Citroën C3 WRC	RC1	00:14:44.5	86.94 1.41	00:00:30.1 00:00:30.1
3	11 Hänninen Juho / Lindström Kaj Toyota Yaris WRC	RC1	00:15:09.4	84.56 2.57	00:00:55.0 00:00:24.9
4	3 Evans Elfyn / Barritt Daniel Ford Fiesta WRC	RC1	00:15:28.1	82.85 3.45	00:01:13.7 00:00:18.7
5	6 Sordo Dani / Martí Marc Hyundai i20 Coupe WRC	RC1	00:15:57.2	80.33 4.81	00:01:42.8 00:00:29.1
6	10 Latvala J. / Anttila Mikka Toyota Yaris WRC	RC1	00:15:57.8	80.28 4.84	00:01:43.4 00:00:00.6
7	31 Mikkelsen A. / Jøger Anders Škoda Fabia R5	RC2	00:16:05.7	79.63 5.21	00:01:51.3 00:00:07.9
8	2 Tának Ott / Järveoja M. Ford Fiesta WRC	RC1	00:16:05.8	79.62 5.22	00:01:51.4 00:00:00.1
9	14 Breen Craig / Martin Scott Citroën DS3 WRC	RC1	00:16:07.0	79.52 5.27	00:01:52.6 00:00:01.2
10	32 Kopecký Jan / Dresler Pavel Škoda Fabia R5	RC2	00:16:08.0	79.44 5.32	00:01:53.6 00:00:01.0

Poř. St. č.	Jezdec / Spolujezdec Vůz	Poř. RZ čas Penalizace	Celkový čas	Ztráta ved. Ztráta před.
1	1 Ogier S. / Ingrassia J. Ford Fiesta WRC	RC1 1	04:00:03.6	04:00:03.6 00:00:00.0
2	10 Latvala J. / Anttila Mikka Toyota Yaris WRC	RC1 2	04:02:18.6	04:02:18.6 00:02:15.0
3	2 Tának Ott / Järveoja M. Ford Fiesta WRC	RC1 3	04:02:11.4 00:00:50.0	04:03:01.4 00:00:42.8
4	6 Sordo Dani / Martí Marc Hyundai i20 Coupe WRC	RC1 4	04:03:39.4	04:03:39.4 00:03:35.8
5	14 Breen Craig / Martin Scott Citroën DS3 WRC	RC1 5	04:03:51.4	04:03:51.4 00:00:12.0
6	3 Evans Elfyn / Barritt Daniel Ford Fiesta WRC	RC1 6	04:06:48.6	04:06:48.6 00:02:57.2
7	31 Mikkelsen A. / Jøger Anders Škoda Fabia R5	RC2 1	04:09:36.3	04:09:36.3 00:02:47.7
8	32 Kopecký Jan / Dresler Pavel Škoda Fabia R5	RC2 2	04:13:01.7	04:13:01.7 00:12:58.1
9	8 Lefebvre S. / Moreau Gabin Citroën C3 WRC	RC1 7	04:14:47.4	04:14:47.4 00:01:45.7
10	40 Bouffier Bryan / Giraudet Denis Ford Fiesta R5	RC2 3	04:16:13.0	04:16:13.0 00:16:09.4

Obr. 4: Ukázka zobrazení online výsledků (zdroj: Rally-Base)

Zajímavou a užitečnou funkcí navíc je tzv. přetáčení (v angl. překladu scrolling), což je zjednodušený výstup s automaticky posouvanou tabulkou závodníků, jejich aktuálně dosažených časů a umístění. Z grafické úpravy a z absence jakýchkoli ovládacích prvků je zřejmé, že tato forma prezentace výsledků je určena především pro přehrávání v nekonečné smyčce bez zásahu uživatele. Standardní zobrazení výsledků a výsledky formou přetáčení lze porovnat na obrázcích 4 a 5.

Poř.	St. č.	Jezdec	RZ čas	Celkový čas	Třída	Poř.	Ztráta ved.
1	1	Ogier Sébastien	00:16:10.6	04:00:03.6	RC1	1	00:00:00.0
2	10	Latvala Jari-Matti	00:15:57.8	04:02:18.6	RC1	2	00:02:15.0
3	2	Tänak Ott	00:16:05.8	04:03:01.4	RC1	3	00:02:57.8
4	6	Sordo Dani	00:15:57.2	04:03:39.4	RC1	4	00:03:35.8
5	14	Breen Craig	00:16:07.0	04:03:51.4	RC1	5	00:03:47.8
6	3	Evans Elfyn	00:15:28.1	04:06:48.6	RC1	6	00:06:45.0
7	31	Mikkelsen Andreas	00:16:05.7	04:09:36.3	RC2	1	00:09:32.7
8	32	Kopecký Jan	00:16:08.0	04:13:01.7	RC2	2	00:12:58.1
9	8	Lefebvre Stéphane	00:14:44.5	04:14:47.4	RC1	7	00:14:43.8
10	40	Bouffier Bryan	00:16:48.9	04:16:13.0	RC2	3	00:16:09.4

Obr. 5: Ukázka funkce přetáčení online výsledků (zdroj: Rally-Base)

4.3 Mistrovství ČR

4.3.1 ONI systém

Česká společnost NAM system se zabývá monitorováním objektů, vozidel, technologií a osob. Její produkt ONI systém pro GPS sledování polohy se v domácím mistrovství v rally používá od roku 2008.

Systém kromě GPS a GSM sítě v místech se slabým signálem doplňuje nezávislá rádiová síť. Před každým závodem je trať projeta a je změřena a zmapována dostupnost a kvalita GSM signálu. Dokrytí problematických míst zajišťuje přenosná retranslační stanice, která zachytí signál z auta a odesílá jej do GSM sítě.

Dosud jsou využívány dvě rozdílné sledovací jednotky pro seznamovací jízdy a závod. Zařízení je vybaveno akcelerometrem a dokáže tak z dat automaticky vyhodnotit, že došlo k havárii. K příslušenství patří střešní a interiérová anténa, ovládací panel s tlačítkem a indikační LED pro systém červené vlajky doplněná o akustický signál. Systém dokáže podle polohy a času automaticky přepínat mezi režimem spojovacího úseku a závodní tratě. ONI systém slouží pouze k GPS sledování polohy auta a není určen k měření času. (NAM system, 2017)

Pro sledování je k dispozici také webové rozhraní (na obr. 6). Volně přístupná verze postrádá jakékoli ovládací prvky a možnosti nastavení, plnohodnotná aplikace je dostupná pouze organizátorům závodů. (Rallyzive.cz)



Obr. 6: Ukázka prostředí živého sledování (zdroj: rallyzive.cz)

4.4 Další technologie

RallySafe

Systém pro GPS sledování schopný provozu bez nutnosti ovládání posádkou v průběhu celé soutěže, pokud vše probíhá podle původního harmonogramu. Systém sám vyhodnocuje, kde se vůz nachází a automaticky přepíná mezi přejezdovým a závodním režimem. V místě startu je aktivována startovní procedura. V případě, že je daná rychlostní zkouška nebo její část zastavena či zrušena, je nutné, aby posádka pomocí ovládacího menu jednotky navolila následující rychlostní zkoušku. Zpomalení nebo zastavení vozu na trati v důsledku havárie, technického nebo jiného problému systém detekuje a posádka je na displeji vyzvána, aby udala svůj stav volbou „OK“ nebo „SOS“. Tento stav je i přenášen ostatním posádkám, aby byly upozorněny. Pokud je dojížděn pomalejší vůz, posádka rychlejšího vozu odešle upozornění. Sledovací systém RallySafe totiž přináší jako novinku tzv. funkci „Push-to-pass“, kdy se tlačítkem vyše výzva k předjetí pomalejšího auta. Na displeji jednotky se zobrazí oznámení o dojíždějícím autě včetně jeho vzdálenosti. Jde o užitečnou funkci zejména za snížené viditelnosti. Udávaný dosah je až 600 metrů.

Jízdní výkaz nebo jiné dokumenty mohou být úplně nahrazeny, jednotka komunikuje s notebookem nebo tabletem organizátorů. Možnost spolupráce s cizím systémem časomíry. Přenos dat je realizován prostřednictvím GSM sítě, není-li tato k dispozici, je využita síť komunikačních satelitů Iridium. (RallySafe, 2017) Vozidla mohou na krátké vzdálenosti navzájem komunikovat skrze rádiovou síť.

Na obrázku 7 je vyobrazena jednotka se senzory, paměť a moduly pro komunikaci. Je vybavena barevným displejem, LED, 4 tlačítky, anténou do interiéru a na střechu, přívodem el. energie a sadou pro upevnění.



Obr. 7: Jednotka systému RallySafe (zdroj: Hůla, 2016)

4.5 Weby a aplikace

eWRC-results.com

Výsledkový a databázový server eWRC-results.com, fungující od roku 2007 jako paralelní projekt českého zpravodajského webu eWRC.cz z prostředí rally, je přeložen do osmi světových jazyků a disponuje rozsáhlou databází jezdců, spolujezdců, posádek, závodních vozů a soutěží z celého světa. Tyto záznamy jsou navíc propojeny s bohatou a často velice kvalitní fotogalerií. Fanoušek tak kromě aktuálních sportovních výsledků

může prohlížet kompletní kariéru jednotlivých účastníků, archivována je i historie jednotlivých závodních vozů.

Při živém sledování právě probíhajícího závodu zde diváci nalezou online výsledky (obr. 8) a doplňující informace. Často jsou vkládány aktuální fotografie nebo videa pořízená diváky přímo na místě. V komentářích pod výsledky je možné diskutovat s ostatními příznivci.

Hlavní stránka

Hledat jezdce

Sezóna

Soutěže

Foto

Historie vozů

Kalendář

Tipovačka

Kontakt

85. Rallye Automobile de Monte-Carlo 2017

18. 1. – 22. 1. 2017, Gap • asfalt - sniž 382,65 km - (zrušeno 26,75 km) • Jiné ročníky

MS #1 • WRC 2 #1 • WRC Trophy #1 • WRC 3 #1 • RGT Cup #1

Výsledky RZ

Harmonogram

Přihlášení

Shakedown

Odstoupili

Penalizace

Info

Statistiky

Časy v RZ

Výsledky

123456789101112131415161718192021222324252627282930313233343536373839404142434445464748495051525354555657585960616263646566676869707172737475767778798081828384858687888990919293949596979899100

Vše

WRC 2

WRC 3

RGT Cup

WRC Trophy

M

Vše

RC1

RC2

RC3

RC4

RC5

RGT

Zapnout automatické aktualizace stránek (90 s)

RZ17 La Bollene Vesubie - Peira Cava 2 [Power Stage] - 21,36 km - 12:18 - 22. 1. 2017

1.		Neuville Thierry - Gilsoul N.		RC1	14:14,4	90,0	1.		Ogier S. - Ingrassia J.		RC1	4:00:03,6	89,0
5		Hyundai i20 Coupe WRC		M			1		Ford Fiesta WRC '17		M		
2.		Lefebvre Stéphane - Moreau G.		RC1	14:44,5	+30,1 86,9	2.		Latvala J. - Anttila M.		RC1	4:02:18,6	+2:15,0 88,1
8		Citroën C3 WRC		M		+30,1 1,41	10		Toyota Yaris WRC		M		+2:15,0 0,38
3.		Hänninen Juho - Lindström Kaj		RC1	15:09,4	+55,0 84,6	3.		Tänak Ott - Järveoja Martin		RC1	4:03:01,4	+2:57,8 88,2
11		Toyota Yaris WRC		M		+24,9 2,57	2		Ford Fiesta WRC '17		M	0:50	+42,8 0,50
4.		Evans Elfyn - Barritt Daniel		RC1	15:28,1	+1:13,7 82,9	4.		Sordo Dani - Martí Marc		RC1	4:03:39,4	+3:35,8 87,6
3		Ford Fiesta WRC '17		M		+18,7 3,45	6		Hyundai i20 Coupe WRC		M		+38,0 0,61
5.		Sordo Dani - Martí Marc		RC1	15:57,2	+1:42,8 80,3	5.		Breen Craig - Martin Scott		RC1	4:03:51,4	+3:47,8 87,6
6		Hyundai i20 Coupe WRC		M		+29,1 4,81	14		Citroën DS3 WRC		M		+12,0 0,64
6.		Latvala Jari-Matti - Anttila M.		RC1	15:57,8	+1:43,4 80,3	6.		Evans Elfyn - Barritt Daniel		RC1	4:06:48,6	+6:45,0 86,5
10		Toyota Yaris WRC		M		+0,6 4,84	3		Ford Fiesta WRC '17		M		+2:57,2 1,14
7.		Mikkelsen Andreas - Jæger A.		RC2	16:05,7	+1:51,3 79,6	7.		Mikkelsen Andreas - Jæger A.		RC2	4:09:36,3	+9:32,7 85,6
31		Škoda Fabia R5		M		+7,9 5,21	31		Škoda Fabia R5		M		+2:47,7 1,61
8.		Tänak Ott - Järveoja Martin		RC1	16:05,8	+1:51,4 79,6	8.		Kopecký Jan - Dresler Pavel		RC2	4:13:01,7	+12:58,1 84,4
2		Ford Fiesta WRC '17		M		+0,1 5,22	32		Škoda Fabia R5		M		+3:25,4 2,19
9.		Breen Craig - Martin Scott		RC1	16:07,0	+1:52,6 79,5	9.		Lefebvre Stéphane - Moreau G.		RC1	4:14:47,4	+14:43,8 83,8
14		Citroën DS3 WRC		M		+1,2 5,27	8		Citroën C3 WRC		M		+1:45,7 2,48
10.		Kopecký Jan - Dresler Pavel		RC2	16:08,0	+1:53,6 79,4	10.		Bouffier Bryan - Giraudet D.		RC2	4:16:13,0	+16:09,4 83,3
32		Škoda Fabia R5		M		+1,0 5,32	40		Ford Fiesta R5		M		+1:25,6 2,72

Obr. 8: Ukázka online výsledků (zdroj: eWRC-results.com)

Za rok 2016 dosáhl server eWRC.cz téměř 4,8 milionu návštěv; eWRC-results.com překonal za stejné období hranici 5,6 milionu. Ze statistik lze vyčíst, že výsledkový web oproti zpravodajskému serveru přilákal mnohem více tzv. unikátních návštěvníků, přibližně dvojnásobek. Výsledky se také logicky těší mnohem větší oblibě mezi zahraničními uživateli, zatímco se na většině návštěv eWRC.cz podílí domácí čtenáři. (eWRC.cz, 2017)

RallyLive.net

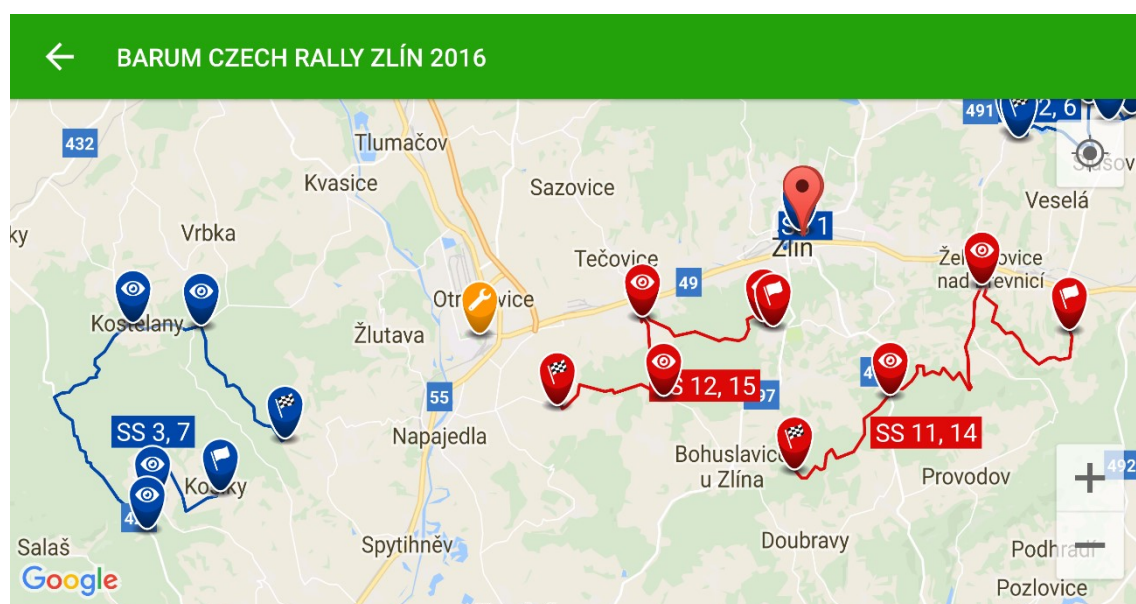
Britský zpravodajský server RallyLive.net poskytuje neoficiální živé výsledky z mezinárodních a vybraných národních soutěží. Návštěvník zde přehlednou formou

získá základní informace o průběhu závodu. RallyLive má také svou vlastní mobilní aplikaci pro Android a iOS.

Rally4Now

Bezplatná aplikace pro Android a iOS od českých vývojářů založená na online výsledcích od Rally-Base i od dalších zdrojů. Nabízí informace o všech mezinárodních a některých národních soutěžích. Rally4Now jako jediná aplikace obsahuje i grafické zobrazení výsledků s možností výběru konkrétních závodníků k porovnání.

K některým rally je dostupný také průvodce s mapovými podklady rychlostních zkoušek a diváckých míst založený na GoogleMaps. Průvodce ukazuje obrázek 9. K jednotlivým diváckým místům se divák může nechat dovést pomocí navigace Waze. Díky spolupráci s Rally4Now má Waze přesné informace o uzavírkách v místě závodu.



Obr. 9: Prostředí aplikace Rally4Now (zdroj: autor)

Rally-Maps.com

Zdarma přístupný webový portál v anglickém, německém a polském jazyce. Hlavním cílem stránky je pomoc divákům při plánování návštěvy závodu. Databáze obsahuje mapy tratí automobilových soutěží a rallycrossových okruhů z poslední dekády. Dotazem na majitele webu byla zjištěna přesná čísla – celkem je v databázi 6796 rychlostních zkoušek o celkové délce 81,5 tis. km. Zastoupeny jsou závody ze všech kontinentů, řada evropských zemí zde má i desítky různých rally. Nechybí žádný z podniků MČR, některé

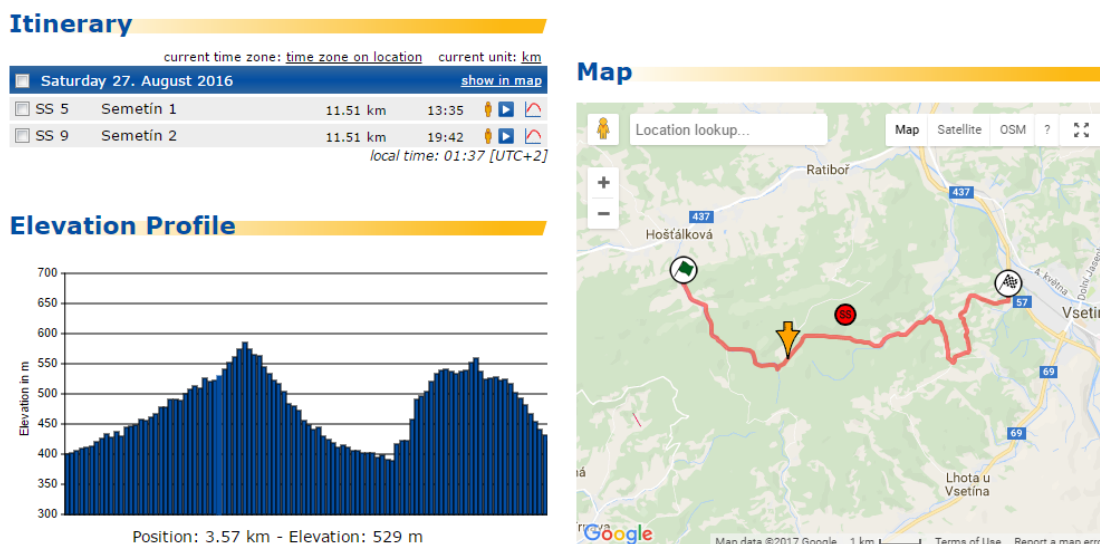
roky jsou ale vynechány, což platí zejména pro starší záznamy. Jednotlivé tratě závodů se však často v průběhu let liší jen minimálně. Proto lze z portálu Rally-Maps.com snadno získat základní přehled o místě konání podniku.

Hledaný závod je možné vyhledat v databázi podle jednotlivých zemí, výběrem požadované rally a roku jejího konání. Na stránce konkrétního podniku se zobrazí jeho základní data, harmonogram a mapové okno, které je vloženo jako výřez z Google Maps.

Alternativní možností vyhledávání je samotná mapa od Google Maps, v níž se lze klikáním na bodové znaky států nebo jednotlivých soutěží rovněž dostat na požadovanou stránku. Při prohlížení mapy v režimu přes celou obrazovku lze také zobrazit zeměpisné souřadnice libovolného místa kliknutím.

Harmonogram obsahuje sled rychlostních zkoušek a servisních zón, čas jejich startu a délku tratě v kilometrech. U jednotlivých RZ, jsou-li dostupné, jsou navíc připojeny odkazy na Street View, onboard video (obvykle vložené z Youtube či podobné stránky) a výškový profil tratě – viz obr. níže. K některých onboard videí je připojena pokusná funkce, která během přehrávání záznamu zobrazuje přibližnou (+/- 50 m) polohu vozu na trati.

Mapové okno v závislosti na aktuálním přiblížení znázorňuje body reprezentující konkrétní závod jako celek, s postupným přiblížením se ukáží body pro jednotlivé rychlostní zkoušky a servisní areály, poté se v mapě zobrazí i trasa RZ s místem startu a cíle a servisní areál se vyznačí polygonem. Význam jednotlivých znaků je popsán v legendě, která se skrývá pod symbolem otazníku a otevře se v novém okně prohlížeče. Najetím kurzorem na bodové znaky v mapě je vyvolán popisek, při interakci kurzoru s linií tratě se zobrazí vzdálenost ke startu a cíli RZ z daného místa na trati. Každá trať má také svou samostatnou stránku, na níž se uživatel dozví dodatečné informace o jejím povrchu (asfalt, štěrk, šotolina, ...) a nadmořské výšce. Je zde navíc interaktivní okno s podélným profilem trati, kde se ukazuje vzdálenost od startu RZ a nadmořská výška v konkrétním místě. Pohyb kurzoru v profilu je současně provázán s vedlejším mapovým oknem, ve kterém šipka znázorňuje polohu místa na trase. Tuto funkci prezentuje obr. 10.



Obr. 10: Výškový profil rychlostní zkoušky (zdroj: Rally-Maps.com)

Samotní diváci se mohou podílet zasláním mapových, grafických i textových podkladů k minulým i budoucím závodům, a to v libovolném formátu. Provozovatelé stránky preferují geodata především ve formátech KML, KMZ a GPX. Dále jsou vyžadovány doplňující informace o závodu: harmonogram podniku, názvy RZ, umístění servisní zóny, odkaz na stránky soutěže aj.

4.6 Připravovaná řešení

V době, kdy byla tato práce zpracovávána, probíhala nezávisle na sobě dvojice výběrových řízení na nové systémy pro GPS monitoring rally. První z nich vypsala Mezinárodní automobilová federace (FIA) jako řídící orgán automobilového sportu. Pod hlavičkou FIA je organizováno mistrovství světa v rally (WRC), mistrovství Evropy (ERC) a vliv federace se prostřednictvím sítě národních členských organizací vztahuje i na lokální motoristické šampionáty a akce. V Česku je přímým zástupcem FIA Autoklub České republiky (AČR), jenž o několik měsíců dříve vypsál vlastní výběrové řízení.

Technické požadavky a doporučení z obou výběrových řízení byly podrobně analyzovány a navrhovaný systém je v maximální míře respektuje.

4.6.1 Výběrové řízení FIA

Mezinárodní automobilová federace FIA v roce 2017 vypsala výběrové řízení nazvané „World Rally Championship (WRC) Timing, Tracking & Connectivity Solutions“. Jak z názvu vyplývá, požadováno je zajištění časomíry a monitoringu pouze pro závody světového šampionátu (WRC). Rozsah služeb je rozdělen na část povinně vyžadovanou a část doplňkovou, nepovinnou.

V povinné části je zahrnuto sledování během seznamovacích jízd, sledování během vlastního závodu a poskytování časomíry pro účely organizátorů. Jako samostatný bod je poptáváno logistické zajištění celého systému.

Mezi služby uvedené jako volitelné byly zahrnuty mimo jiné mediální výstupy, statistické databáze nebo zajištění komunikace pro týmy i organizátory. (FIA, 2017)

4.6.2 Výběrové řízení Autoklubu ČR

Autoklub ČR v roce 2016 vypsál „Výběrové řízení na dodávku GPS monitorovacího zařízení pro automobilové soutěže rally“. V zadávací dokumentaci jsou uvedeny následující základní informace:

Autoklub České republiky je národní sportovní autoritou zaštiťující motoristický sport. Mezi jednu z disciplín patří rally. Autoklub České republiky před lety nastavil jako bezpečnostní standard povinnost mít ve voze monitorovací jednotku GPS. Během životnosti tohoto zařízení došlo k velkému posunu v těchto technologiích. Cílem toho výběrového řízení je zajištění minimálně stejného standardu zabezpečení, jako je tomu u stávajícího zařízení s využitím nejmodernějších poznatků.

Požadován je monitoring průběhu rychlostních zkoušek včetně seznamovacích jízd s online možností zobrazení na dispečinku rally, včetně alarmových stavů a možností oboustranné komunikace. AČR službu poptává jako komplexní řešení (dodání jednotek, zajištění datového přenosu, zobrazení na dispečinku). (Autoklub ČR, 2016)

4.6.3 Srovnání požadavků FIA a AČR

Přestože obě organizace poptávají v principu totožný systém pro GPS sledování, jehož cílem je zajistit primárně bezpečnost a hladký průběh rally závodů, konajících se v rámci jednotných pravidel, konkrétní technické specifikace nebo žádané funkce se v řadě bodů odlišují.

FIA především pojímá výběrové řízení více zešíroka, také požadované specifikace jsou zpracovány podrobněji. Společně s GPS sledováním polohy účastníků žádá i časomíru, o které se AČR se svým dokumentu vůbec nezmiňuje. Výčet nepovinných prvků napovídá, že mezinárodní federace počítá se zpřístupněním nových funkcí pro diváky (výstupy pro web a TV, statistická databáze atd.). V požadavcích na software časomíry se přímo uvádí, že by výsledkový software měl splňovat zvyšující se nároky jednotlivých činitelů – organizátorů, FIA, závodníků i médií. Některé tyto nároky plynou z regulí, jiné pochází z multimediálních aplikací, které jsou mezi veřejností stále populárnější a které data z výsledků dále využívají. (FIA, 2017)

Další odlišnosti mohou plynout z dosavadních zkušeností obou subjektů se systémy pro GPS sledování nebo z různé úrovně šampionátů, pro které jsou systémy určeny. Mistrovství světa má nepochybně lepší finanční a materiální zajištění oproti mistrovství České republiky. Dosavadní český systém ONI se dostal na dobrou technickou úroveň, mediální potenciál sledování závodníků ale zatím zůstává nevyužit a AČR zatím nejeví snahu tuto situaci jakkoli zvrátit.

5 Analýza geoinformačních technologií

5.1 Metodika hodnocení

K porovnání webových geoinformačních technologií Google Maps API, OpenLayers a Leaflet byla zvolena metoda, kombinující prvky jednoduššího verbálního ohodnocení funkcí s bodovou stupnicí. Pouhé hodnocení Ano – Ne i s doplňujícím komentářem by nebylo vhodné pro srovnání více než dvou programů, zároveň také umožní určitou benevolenci, jestliže určitá funkce splňuje požadavek jen částečně. Po seznámení se s prostředím všech softwarových řešení bylo stanoveno 62 aspektů, rozdělených do pěti kategorií, každý z nich byl hodnocen jedním bodem. Důležitějším cílem analýzy bylo zjistit, zda všechny programy dosahují dostatečné úrovně, aby jich mohlo být dále užito k zamýšlenému účelu. Stanovení celkového pořadí bylo spíše druhotným cílem.

Jak bylo zmíněno, všem kritériím byla přiřazena shodná váha. Za stupeň „výborně“ se udělil celý bod, za nedostatečné hodnocení bylo uděleno nula bodů, nacházela-li funkce mezi oběma extrémy (např. cíle bylo dosaženo jen za určité podmínky), byla udělena polovina bodu. Pro skutečně zevrubné hodnocení softwarů existují pokročilejší metody. Řada z nich je popsána a vysvětlena v publikaci Z. Dobešové (2009) o přístupech v hodnocení kartografické funkcionality GIS produktů. Odtud byly rovněž čerpány poznatky k této analýze.

5.2 Výsledky hodnocení

Výsledek analýzy je prezentován v tabulce 1. Kompletní hodnocení se nachází v příloze v tabulce 2. Spíše než vzájemným rozdílem mezi jednotlivými softwary je třeba věnovat pozornost absolutnímu skóre. To ukazuje, že všechny programy disponují dobrými základními až mírně pokročilými možnostmi použití. *Nechybí žádná z elementárních funkcionalit a nebyla odhalena žádná závažná chyba*, která by byla důvodem ke sníženému hodnocení. Většinu nedostatků lze kompenzovat prostřednictvím pluginů a rozšíření pocházejících od třetích stran. Knihovna Leaflet zde byla znevýhodněna svou úsporností a výpočetní nenáročností, která může být z jiného úhlu pohledu naopak předností. Silnou stránkou je též jednoduchost a srozumitelnost pro začátečníky. Při zahrnutí pluginů by Leaflet jistě dosáhl lepšího výsledku. Google Maps API by v placené verzi Premium také zaznamenal lepší výsledek. Nespornou výhodou má pochopitelně díky své silné tržní pozici, úrovni infrastruktury a technické podpory. OpenLayers se zde jeví jako nejschopnější, ale s odlišným nastavením hodnotících kritérií by podobné srovnání dopadlo opět velmi vyrovnaně.

Tab. 1: Výsledné hodnocení systémů

Hodnocený aspekt	Leaflet	OpenLayers	Google Maps API
A - Základní konfigurace mapy, ovládání, kompozice (max. 19 b.)	18 b.	19 b.	18 b.
B - Mapové vrstvy (max. 10 b.)	8 b.	10 b.	8,5 b.
C - Hlavní obsah mapy (max. 16 b.)	15 b.	14,5 b.	14,5 b.
D - Interakce s obsahem mapy (max. 6 b.)	6 b.	6 b.	5,5 b.
E - nástroje a analytické funkce (max. 11 b.)	9,5 b.	10 b.	9 b.
Celkové hodnocení (max. 62 b.):	56,5 b. (91 %)	59,5 b. (96 %)	55,5 b. (90 %)

Pro účely této práce tedy lze s klidným svědomím doporučit **všechny tři** webové systémy a rozhodnutí ponechat na osobních preferencích operátora. Vzhledem k tomu, že se počítá s alespoň středně pokročilou úrovní jeho znalostí, bude snadno možné vyřešit drobné nedostatky nebo nahradit chybějící funkce. Mnohdy také napoví až praktické zkušenosti.

6 Návrh vlastního systému

Předkládaný návrh systému pro online GPS monitoring závodů se z velké části inspiroje již používanými řešeními pro sledování a bezpečnostní zajištění. Nový systém navíc musí splňovat následující podmínky:

- naplnění požadavků stanovených výběrovými řízeními jak FIA, tak AČR,
- eliminace zjištěných nedostatků existujících technických řešení,
- modulárnost,
- rozšiřitelnost o nové funkce,
- jednoduchost obsluhy.

Modulárností systému se rozumí schopnost dílčích technologií fungovat nezávisle a spolupracovat s technickými řešeními třetích stran.

6.1 Hardwarové vybavení

Nejdůležitější částí systému pro sledování polohy vozidel je monitorovací vybavení umístěné uvnitř vozu. Jeho hlavními úkoly jsou příjem a odesílání dat a zprostředkování komunikace s posádkou. Na všechny jeho části jsou kladeny vysoké nároky z hlediska bezpečnosti a spolehlivosti. Dosavadní vývoj se ubírá cestou centrální GPS jednotky a externího příslušenství (antény, ovládací panel, upínací systém pro montáž). Instalace zařízení by měla být co nejjednodušší a vlastní jednotka musí být přenositelná mezi závodním autem a civilním vozem pro seznamovací jízdy.

GPS jednotka je obvykle nejrozměrnějším a nejtěžším komponentem, proto je pro posádku vhodné umístit ji v interiéru vozidla co nejnižší. Pokud budou ovládací prvky vyvedeny na externí panel, může být jednotka mimo dosah pilota a navigátora. V každém případě je nutné umístění ovládacích prvků a signalizace zvolit tak, aby oba členové posádky měli zařízení ve svém zorném poli a byli schopni panel za každých okolností obsluhovat. Tlačítka, přepínače apod. musí být chráněny před nechtěným aktivováním, ale zároveň musí umožnit bezproblémové ovládání i ve speciálních nehořlavých rukavicích.

Jednotka RallyBase svými kompaktními rozměry ukazuje, že lze všechny ovládací prvky včetně přehledného displeje integrovat do vlastní jednotky. Zařízení podobné velikosti by se tedy mohlo obejít bez zvláštního ovládacího panelu. Ostatní současné systémy využívají k varování posádky pouze LED v kombinaci s akustickou indikací. Systém RallyBase jako jediný nabízí oproti signalizačním diodám plnohodnotný displej, jenž umožňuje zobrazení mnohem více informací, proto je jeho použití nesporným přínosem i za cenu vyšších finančních nákladů. FIA navíc v technických specifikacích požaduje alespoň monochromatickou LCD obrazovku s podsvícením pro provoz během seznamovacích jízd. Případné doplnění displeje o dotykovou vrstvu by bylo třeba ověřit prakticky, fyzická tlačítka se jeví jako dostatečně funkční a spolehlivé řešení. Signalizační LED mohou být vhodným a výrazným doplňkem displeje jednotky při alarmových stavech, možná je i instalace akustického varovného zařízení, je však otázkou, zda ve velmi hlučném kokpitu může posádka s interkomem a uzavřenou helmou takový signál zaregistrovat. Doplňkové LED mohou být vynechány, bude-li displej za všech okolností dostatečně čitelný.

Dalšími nezbytnými komponenty jsou antény pro příjem GPS signálu a pro obousměrný přenos dat prostřednictvím mobilních, satelitních a rádiových sítí. Každý ze současně provozovaných sledovacích systémů volí odlišný způsob přenosu dat, společným jmenovatelem však je vždy kombinace minimálně dvou technologií. Finančně nejnáročnější sledování provozuje společnost SIT Sports, která využívá vysokofrekvenční rádiovou komunikaci. Za vozem letí vrtulník, který slouží jako retranslační stanice. Signál je přenášen buď přímo do centrály, nebo do dalšího retranslačního bodu v letadle. Nutnost přímé viditelnosti mezi dvěma body zde tedy stojí za vysokými náklady na provoz. Tento způsob sledování by si pořadatelé regionálních a národních soutěží těžko mohli dovolit, v mistrovství světa jsou však finanční možnosti organizátorů jiné. Vrtulníky zároveň pořizují letecké záběry pro média a vedle dat o poloze auta se podílejí na přenosu záběrů z kamery instalované ve voze. (Šlapetová, 2010)

Obecně lze v oboru telekomunikací očekávat rozvoj technologií směrem k lepšímu pokrytí signálem a k rychlejším datovým přenosům. Vzhledem k tomu, že se závody rally konají převážně v hornatých, řídce osídlených a odlehlých oblastech, bude nutné počítat stále s alespoň dvěma vzájemně se doplňujícími způsoby přenosu dat mezi

vozidlem a centrálním dispečinkem. Český ONI systém s primární GSM sítí, doplněnou o přenosné retranslační stanice, se v domácích podmínkách osvědčil, mimo jiné i díky podrobnému změření kvality signálu před konáním závodu za účelem dokrytí „hluchých“ míst. Konkurenční systémy naopak jako sekundární technologii využívají satelitů Iridium. Obě řešení mají své výhody a nevýhody.

Elegantní řešení nabízí jednotka podporující přenos dat skrze všechny zmíněné technologie. Pro provoz GPS sledování na konkrétním podniku by pak byla vybrána jejich nejvhodnější kombinace a připojily by se odpovídající moduly. Návrh předpokládá spolupráci s odborníky z oboru IT, elektrotechniky, radiokomunikačních a geolokačních technologií aj., na základě které bude vyvinuta GPS jednotka včetně příslušenství a firmwaru. S cílem uspořit náklady by jednotka měla být zpětně kompatibilní s aktuálně provozovaným vybavením.

Smyslem existence sledovacího systému je prvé řadě zajištění bezpečnosti účastníků. Aby mohly být v případě havárie nebo jiné mimořádné situace okamžitě informovány záchranné složky, jsou na jednotku a její příslušenství kladeny vysoké nároky na spolehlivost a odolnost vůči poškození. Co se týče odolnosti jednotek, minimum stanovené FIA je stupeň krytí IP55, tedy částečná ochrana proti prachu a tryskající vodě. (Wikipedia, 2017) AČR vyžaduje, aby jednotka fungovala po nárazu o hodnotě přetížení 25 G. V seznamu požadavků figuruje i schválení a homologace systému jako doplňkového el. zařízení do motorových vozidel dle platných požadavků EU. (Autoklub ČR, 2016) Tím je postihnuta mimo jiné i požární bezpečnost.

Nezbytnou nutností pro funkci systému je zdroj elektrické energie: standardem je napájení z 12V zásuvky. Aby jednotka zůstala funkční i při přerušení přívodu energie, musí být vybavena vestavěným akumulátorem. AČR ve svých nových požadavcích udává výdrž minimálně 48 h, zatímco FIA žádá jen 2 h. Dva dny provozu bez napájení by dostačovaly pro jednodenní a kratší dvoudenní soutěže. V závislosti na použitém řešení by teoreticky mohla GPS jednotka být schopna provozu po celou soutěž bez dobíjení. Delší výdrž ovšem vyžaduje vyšší kapacitu akumulátoru, což vede k nárůstu hmotnosti i pořizovací ceny zařízení.

Z hlediska životnosti je vhodné, aby bylo možné jednotlivé komponenty snadno měnit z důvodu jak fyzického opotřebení (zejména akumulátory, dále např. také

konektory, ovládací tlačítka, přívodní kabely atd.), tak i morálního zastarávání. Výměnou modulů, pamětí a dalších prvků za modernější či vývojem firmwaru lze docílit větší spolehlivosti a výkonu. Přijdou-li pořadatelé v budoucnu s požadavky na nové funkce (např. telemetrie), je vhodné, aby byla možná jejich implementace do již používaného zařízení jen s minimálními úpravami.

6.2 Funkce sledovací jednotky

Seznam navržených funkcí lze rozdělit podle několika různých kritérií. Nejzásadnější z nich je definováno v zadávacích dokumentacích obou výběrových řízení, kde se funkce dělí na povinné a nepovinné. *Navrhovaný systém musí bezvýhradně splnit všechny tyto povinné podmínky.* Ostatními podmínkami je návrh inspirován.

V předchozí podkapitole byly diskutovány možnosti hardwarového vybavení jednotky. Funkce, které budou dále popisovány, počítají s touto konfigurací jako minimálním standardem:

- barevný displej s rozlišením min. WVGA (800 × 480 pixelů),
- ovládání více fyzickými tlačítky,
- akustická signalizace,
- tříosý akcelerometr,
- senzory otevření pátých dveří a kapoty¹,
- vnitřní paměť.

Systém musí být aktivní již během seznamovacích jízd, při kterých zejména kontroluje počet povolených průjezdů po trati závodu, dodržování rychlostních limitů a ostatních pravidel. Po ukončení seznamovacích jízd je jednotka nainstalována do závodního vozu, ve kterém musí být od oficiálního startu soutěže až do cíle nepřetržitě zapnuta, nestanoví-li sportovní řády jinak. Software funguje v různých základních módech podle fáze závodu, ve které se konkrétní jednotka právě nachází. Je možné

¹ Tyto senzory vyžaduje FIA pro mistrovství světa, jsou proto součástí návrhu. Monitorovány jsou přístupy k motorovému prostoru, umístění rezervního kola apod.

nadefinovat celou řadu takových režimů, pro účel aktuálního návrhu byly stanoveny následující režimy:

- trénink (seznamovací jízdy),
- režim tzv. parc fermé (odstavení v uzavřeném parkovišti),
- servisní zóna,
- přejezd,
- rychlostní zkouška.

6.2.1 Režim tréninku

Režim tréninku bude využit během *seznamovacích jízd*, kdy závodník projíždí rychlostní zkoušky a tvoří si vlastní poznámky (tzv. *rozpis*). Tuto fázi závodu jezdci absolvují v **civilním voze** za předem stanovených podmínek. Při tréninkových průjezdech musí být dodržena jejich trasa, povolený směr a počet projetí a zejména **maximální rychlost** jízdy. Po celou dobu platí pravidla běžného civilního provozu po veřejných komunikacích, dodatečné rychlostní limity mohou být nastaveny organizátory soutěže a závodníci jsou s nimi předem seznámeni. Každé z posádek je rovněž vyhrazeno časové rozmezí, ve kterém musí trénink absolvovat. Systém sleduje dodržování všech těchto pravidel, sbírá data, která jsou ukládána do vnitřní paměti a současně přenášena na dispečink rally. Je-li detekováno porušení regulí z hlediska času, polohy nebo rychlosti, organizátoři jsou informováni ve všech případech. Zda a jakou formou mohou být na svůj prohrěšek upozorněny posádky, určí ustanovení konkrétní soutěže. Systém umožní zobrazení všech povolených údajů a oznámení. Přestože jsou nehody při tréninku velmi ojedinělé, je možné, aby byl i zde aktivní systém automatické detekce a oznámení havárie vozu.

6.2.2 Režim uzavřeného parkoviště

Tzv. *parc fermé* neboli *uzavřené parkoviště* je místem pro odstavení závodních vozů během konání soutěže, nejčastěji přes noc. V širším významu jde o definovanou fázi závodu, kdy na určeném místě v určený čas nesmí být prováděny technické úpravy. V závislosti na konkrétních ustanovení může v tuto dobu jednotka být v úsporném režimu nebo i vypnuta. V jiných případech však musí systém sledovat polohu vozidla uvnitř vymezené zóny v předepsaném časovém rozmezí a v případě potřeby i zaznamenat otevření dveří či kapoty.

6.2.3 Režim servisní zóny

V rámci soutěže může být vyhrazeno jedno nebo více míst, kde se mohou na voze provádět opravy a úpravy. Speciální zónou je vyhrazené místo pro tankování. Při soutěži je sledováno dodržování časových limitů, kdy se zde závodníci smí pohybovat. Jednotka tedy i mimo trať závodu sleduje polohu auta, správný průjezd kontrolními body a zaznamenává čas příjezdu a odjezdu.

6.2.4 Přejezdový režim

Během závodu se soutěžní vozy přesunují mezi tratěmi rychlostních zkoušek a servisními zónami, místem pro přeskupení, tankování nebo přezouvání pneumatik. Na spojovacích úsecích jsou posádky účastníky veřejného provozu a musí dodržovat dopravní předpisy. Podobně jako při seznamovacích jízdách je zde monitorováno respektování povolené rychlosti. Pro přesuny mají závodníci stanovený maximální časový limit, za jeho překročení jsou potrestáni časovou penalizací nebo vyloučením ze soutěže. Na trase průjezdu jsou rozmístěna průjezdná kontrolní stanoviště, ve kterých se kontroluje přesná minuta průjezdu a kde závodník obdrží cílový čas průjezdu další kontrolou. Speciálním typem časové kontroly je start rychlostní zkoušky a kontrola za cílem RZ. Předčasný i pozdní vjezd do kontrolních stanovišť je trestán penalizací. Sledovací jednotka může tento prohrěšek také kontrolovat. Dále může posádce systém vypočítávat a zobrazovat cílový čas průjezdu následující kontrolou, je-li tato funkce povolena.

6.2.5 Závodní režim

Z celkové tratě závodu rally tvoří uzavřené tratě, na nichž se posádkám měří čas, jen určitou část.¹ Na rychlostních zkouškách vozy často dosahují rychlostí přes 200 km/h, nehody jsou častým jevem a zajištění bezpečnosti všech účastníků soutěže je náročným úkolem. GPS sledování umožňuje podrobné monitorování pohybu aktérů závodu v reálném čase, v případě problému ihned podá informace o přesné poloze havárie, varuje ostatní účastníky a přispěje k rychlému zásahu záchranných složek. Předchází také dalším nebezpečným situacím a zprostředkovává okamžitou komunikaci mezi organizátory a posádkami na trati RZ. V současné době je již nemyslitelné, aby se bez online GPS monitoringu mohl konat závod rally na profesionální úrovni.

Start

Před startem rychlostní zkoušky se navrhovaná jednotka na základě rozpoznání pozice přepne do závodního režimu. Posádce jsou zobrazeny nejdůležitější informace o trase, jako je její délka nebo čas startu, dovolí-li organizátor, může být k dispozici i aktuální pořadí v soutěži, dosažené časy soupeřů a podobné údaje, které mohou být pro posádku užitečné. Jednotka také může otestovat funkčnost všech systémů. Pokud by systém nerozpoznal, že jezdec bude startovat, bude v jednotce k dispozici záložní funkce pro manuální aktivaci režimu RZ.

Využívá-li organizátor soutěže nezávislý systém časomíry od jiného dodavatele, slouží měření času pomocí GPS pouze jako neoficiální, orientační metoda, použitelná pro sekundární validaci naměřených časů. Konkrétní podmínky použití závisí na dohodě s organizátory. Je-li však užita časoměrná technologie, která podporuje spolupráci s navrhovaným systémem, měření času z GPS bude považováno za oficiální. Organizátorům bude za všech okolností poskytována služba online sledování závodníků, služba oboustranné komunikace a v případě zájmu i další volitelné funkce, užitečné pro posádku, organizátory nebo diváky.

V rally závodech se startovní procedura realizuje třemi možnými způsoby:

¹ Mezi rychlostní zkoušky jsou zahrnuty i tzv. shakedown (krátká testovací trať) a kvalifikační zkouška, určující startovní pořadí před začátkem soutěže. Ani jedna z těchto tratí není započítána do výsledků vlastní rally, ale protože se zde závodí, musí zde být dodržen stejný standard zabezpečení, jako na rychlostních zkouškách.

- Na většině běžných rychlostních zkoušek závodníci startují standardním postupem, jednotlivě s předem stanovenými intervaly. Intervaly mezi závodníky jsou předem určeny vždy v celých minutách¹ a za mimořádných okolností mohou být prodlouženy.² Na základě intervalů je stanovena konkrétní minuta startu. Start je prováděn na celou minutu (hh:mm:00).
- Na tzv. okružových nebo polokružových RZ se její částí projíždí více než jednou. Protože by v místě nájezdu od startu na okružovou část mohlo dojít ke kolizi dvou vozů nebo jejich jízdě těsně za sebou, jezdec čeká, až na něj přijde řada, připraví se a vyčkává na pokyn startéra, který jej ve vhodný moment vpustí na trať. Krátký odpočet je signalizován na digitálním semaforu. Tento semafor je elektronicky propojen se systémem časomíry.
- Posledním typem RZ se specifickou startovní procedurou je tzv. superspeciální, někdy také divácká či paralelní RZ.³ Zde jezdci startují současně po dvojicích. Startovat se může oběma výše uvedenými způsoby.

Aby systém spolehlivě fungoval pro každý typ startu, je třeba, aby byl v databázi pro každou RZ vždy předem zadán příslušný způsob startu a základní hodnota intervalu pro každého závodníka. Mimořádné navýšení intervalu může být do systému dodatečně zadáno časoměřičem nebo posádkou.

Jednotka umístěná v autě při běžném způsobu startu z dostupných dat dokáže vypočítat přesný čas startu. V závislosti na povolených funkcích se na displeji může zobrazit odpočet do startu, volitelně doplněný akustickým signálem. V přesném okamžiku startu (hh:mm:00,00) je spuštěno měření času. Odstartuje-li jezdec předčasně, jsou o tom pořadatelé informováni a následuje časová penalizace. Předčasný start může jednotka sama detekovat a automaticky přičíst obvyklých 10 sekund trestu k času v RZ. Krátké opoždění startu (např. kvůli zhasnutí motoru) je přípustné. Je-li problém

¹ Standardní interval je 1 minuta. Předním posádkám jsou přidělovány tzv. priority, podle kterých jsou seřazeni ve startovní listině a díky kterým mají nárok na delší interval. Přestože se někdy konkrétní startovní pořadí obrací, vždy platí časový odstup za předcházejícím jezdce.

² Mimořádnou okolností je nejčastěji zvržený prach za autem nebo nahlášené dojetí pomalejšího jezdce.

³ Uměle vytvořená trať se skládá ze dvou oddělených okruhů s propojovací smyčkou, která zajistí, aby si závodníci vyměnili své dráhy bez vzájemné kolize. Podobný princip používá např. dětská autodráha.

závažnější a vůz není v časovém limitu schopen vlastní silou odstartovat do RZ, je posádka rovněž penalizována a musí uvolnit prostor následujícím vozům.

V případě, kdy se na trať startuje na pokyn činovníka, přesný startovní čas se elektronicky odešle do systému, odkud jej jednotka uvnitř kokpitu přijme a může na displeji zobrazit odpočítávání a zahájit měření. Pokud by došlo k problému při přenosu, řídí se řidič digitálním semaforem u startovní čáry a čas startu může být doručen později. Ještě v průběhu jízdy tak může být na jednotce dodatečně zobrazen správný čas.

Jízda

Při jízdě závodním tempem jsou na jednotku kladeny nejvyšší nároky. Frekvence zjišťování polohy by měla být v tomto režimu maximální. Senzory sbírají data, která jsou ukládána do vnitřní paměti jednotky a zároveň jsou v reálném čase odesílána prostřednictvím mobilního nebo jednoho ze sekundárních datových přenosů na server sledovacího systému. Za jízdy se nesmí jednotka chovat rušivě, ale v momentě, kdy je nezbytně vyžadována pozornost posádky, musí být její signalizace zřetelná a jednoznačná. Grafika na obrazovce musí být přehledná a dobře čitelná. Vhodné je i umožnit alespoň omezenou míru přizpůsobení obrazu úpravou jasu nebo kontrastu, aby za přímého světla byly údaje stále dobře čitelné, naopak v noci je žádoucí, aby nebyla posádka oslněna nebo obtěžována odrazem v oknech. Způsob obsluhy funkcí v závodním režimu je třeba konzultovat s profesionálními účastníky závodů a otestovat v reálných podmínkách, aby byl co nejvíce intuitivní a plnil svou funkci strážce a užitečného pomocníka posádky.

Za normálních okolností stačí, když se na displeji jednoznačně zobrazuje stav jednotky, tedy zda všechny systémy fungují, kvalita signálu a stav baterie. Pokud je vše v pořádku, běží normální mód, v němž se zobrazují užitečné údaje, které si posádka může vybírat podle potřeby, ale volba na jednotce nesmí být zbytečně komplikovaná. Před jízdou si uživatel stanoví, které z dostupných údajů chce sledovat, a podle toho může na obrazovce vidět jeden či více údajů. Pro lepší čitelnost se mohou funkce samy střídavě opakovat, v případně nutnosti je lze vyvolat i manuálně. Nejužitečnější funkce, které ale často nejsou v motorsportu povoleny, jsou především aktuální mezičasy a porovnání s výsledky ostatních závodníků obecně nebo automatické počítání odjetých kol na okruhových zkouškách. Posádka by naopak mohla vidět svou aktuální a průměrnou

rychlost udávanou GPS, vzdálenost ujetou od startu, vzdálenost zbývající do cíle nebo k nejbližšímu radiobodu.

Předjíždění

Ze vzájemné polohy vozů na trati systém sám zjistí, když rychlejší závodník začne dojíždět pomalejšího. Po přiblížení na definovanou vzdálenost (např. 300 m) se v jednotkách dotčených vozů uvede v činnost systém pro bezpečné předjetí.¹ Lze jej také aktivovat manuálně stiskem tlačítkem na jednotce. Toto tlačítko by mělo také umožňovat potvrzení, resp. odvolání žádosti. Dojíždějící vozidlo tak s předstihem varuje posádku dojížděného auta, která by jej měla bez zbytečného zdržování pustit před sebe. Varování by mělo být dostatečně výrazné, aby jej závodníci zaregistrovali. Na displeji se poté oběma zúčastněným posádkám zobrazí doplňující informace jejich vzájemné vzdálenosti, dokud nedojde k předjetí. Tento systém je velkým přínosem primárně pro bezpečnost obou posádek, často kvůli omezenému výhledu z auta směrem vzad pomalejší posádka vůbec nemusí vědět, že je dojížděna. Rychlejší závodník má naopak možnost vyslat požadavek na předjetí, který může být dříve uspokojen. Díky tomu se předejde haváriím nebo nebezpečným momentům při předjíždění v mnohdy úzkých a nebezpečných místech či zbytečným zdržením. Eliminovány jsou i případy, kdy dojetý jezdec úmyslně nepustil rychlejšího jezdce a následně tvrdil, že jej v zrcátku neviděl. Každé použití funkce pro předjetí je zaznamenáno a situaci lze zpětně přezkoumat.

Červená vlajka

Tzv. červená vlajka² je signálem pro zastavení rychlostní zkoušky. Jezdec, který kolem vlajky projede, je povinen ihned snížit rychlost a bezpečným tempem pokračovat až do cíle RZ, je-li trať průjezdná. Jak vyplývá z názvu, dříve se zastavení oznamovalo pouze pomocí vlajek, které měli pouze někteří traťoví komisaři podél trati. (Autoklub ČR, 2017) Po zpravení dalších komisařů prostřednictvím rádiového spojení byly tyto vlajky postupně vyvěšovány ve všech místech předcházejících nehodě. V minulosti to byl jediný způsob, jak před nebezpečím varovat posádky, které již odstartovaly na trať.

¹ Tato funkce je u systému RallySafe nazvána „Push-to-Pass“, volně přeloženo jako „stiskni a předjed“.
(RallySafe, 2017)

² Do roku 2016 byla používána žlutá barva. Změnu si vynutila FIA pro sjednocení s ostatními disciplínami, kde žlutá vlajka signalizuje jen varování, zatímco vyvěšení červené vlajky znamená pozastavení závodu.
(Autosport, 2017)

Funkce virtuální červené, resp. žluté vlajky přináší významný pokrok z hlediska bezpečnosti a jde dnes o stěžejní funkci systému pro GPS sledování. O jakémkoli problému na trati jsou závodníci s dostatečným předstihem informováni. Příjem varování, signalizovaného odpovídající červenou barvou na displeji i akustickým alarmem, je samozřejmě nezbytné tlačítkem na jednotce potvrdit. Proces výběru vozů, kterým je tento signál vyslán, je velmi jednoduchý a může proběhnout i automaticky, zodpovědný činovník pak pouze vydá pokyn zastavení RZ. Systém zná přesné místo havárie a příslušné startovní číslo vozu. Aktuální pořadí, ve kterém závodníci do RZ startují, je uloženo v databázi. Jednoduchým dotazem je tak získán seznam závodníků, kteří se nacházejí mezi startem a místem havárie.

Zastavení vozu

Systém z přijímaných dat o poloze rozezná, když vůz z různých příčin zastaví na trati rychlostní zkoušky. Ty mohou být různé, nemusí se nutně jednat o závažnou havárii, kterou by měl systém automaticky detekovat, ačkoli nikdy nelze garantovat 100% spolehlivost.¹ Dokud není dispečink informován o skutečné situaci, musí být každé zastavení nejdříve považováno za nehodu. Na tomto místě budou popsány možné případy, v nichž se o závažnou nehodu fakticky nejedná a kdy není vyžadováno okamžité zastavení závodu a reakce záchranných složek (požár, zdravotní indispozice apod.).

Pokud nedošlo k vážné havárii a jezdec i spolujezdec jsou v pořádku, předpokládá se, že mohou prostřednictvím jednotky umístěné v kokpitu informovat vedení rally o nastalé situaci. Nelze vyloučit ani její chybné vyhodnocení situace systémem, tedy nulová reakce, nebo naopak falešný „SOS“ alarm (havárie). Proto je prostřednictvím ovládacích prvků sledovací jednotky umožněno manuálně ohlásit zastavení, resp. odvolat chybnou detekci nehody.

Prvním krokem po zastavení auta je tedy **vyslání signálu „OK“**, kterým se rozumí, že nenastal důvod k aktivaci záchranného systému a okamžitému zastavení RZ. Protože se mezitím po trati přibližují další závodníci, je třeba neprodleně podat informaci o průjezdnosti tratě. Trať může být stojícím vozem úplně nebo částečně blokována. Na

¹ Český ONI systém během prvních 11 závodů po svém nasazení rozpoznal celkem 47 nehod z 56 (84 %). (Autosport.cz, 2008)

jednotce se tedy zvolí příslušná možnost, která je odeslána do systému. Nakonec posádka uvede, zda bude po zastavení pokračovat v jízdě.

V případě, kdy je trať neprůjezdná a není možné překážku odstranit, vedení soutěže na základě oznámení posádky, popř. traťového komisaře nacházejícího se na místě, rychlostní zkoušku zastaví aktivací červené vlajky. Pokud je trať průjezdná a závod nemusí být přerušen, je posádka povinná varovat následující jezdce, je-li její vůz odstaven na nebezpečném místě. Nejdříve na sledovací jednotce oznámí překážku na trati a před místo překážky umístí varovný trojúhelník. Člen posádky nebo traťový komisař před místem nehody také gestikulací zpomalují projíždějící závodníky na nebezpečí. Upozornění o překážce na trati se na displeji včas zobrazí všem následujícím závodníkům. Signalizace by neměla být tak intenzivní jako červená vlajka, protože jezdec musí zpomalit pouze v místě odstaveného vozu. Funkce zobrazení zbývajících vzdáleností k překážce (po vzoru funkce pro předjíždění pomalejšího vozu) by mohla být velmi přínosná.

Je-li trať plně průjezdná, přesto je třeba zvážit jistou formu méně výrazného varování následujících závodníků. Auto sice může stát na bezpečném místě, ale v jeho okolí se podél trati může pohybovat jeho posádka, traťoví komisaři nebo diváci, kterým hrozí nebezpečí. Velmi často závodník vyjede mimo trať, není schopen se dostat zpět bez cizí pomoci a diváci spěchají na pomoc. Na vozovce se také mohou nacházet úlomky a části auta nebo rozlité provozní kapaliny.

Přítomný traťový komisař nebo vrtulník s delegátem poté potvrdí, zda je vůz skutečně odstaven na bezpečném místě. Informaci také lze získat z GPS lokátoru, pokud je v konkrétním místě zaručena dostatečná přesnost zaměření, alternativně i od kolem projíždějících závodníků dotazem v cíli RZ nebo prohlédnutím videozáznamu z kamery, je-li ve voze nainstalována.

Mnohokrát také závodník na trati zastaví jen dočasně. Neplánovaným případem může být jezdecká chyba či technická závada (smyk, hodiny, zhasnutí motoru apod.), plánovaným případem je zejména výměna kola, oprava nebo kontrola auta. Tyto dočasné zastavení představují nejmenší riziko, protože k nim většinou dochází na krátkou dobu a na předem vybraných místech, která jsou dostatečně bezpečná. Po krátkodobém stání se upozornění deaktivuje automaticky, jakmile sledovací jednotka opětovně rozpozná

pohyb. Při plánované zastávce posádka tuto skutečnost ohlásí a jednotka poté při návratu na trať upozorní na projíždějící závodníky.

Havárie

Nejdůležitější částí systému pro GPS sledování je funkce pro rozpoznání havárie. Vyhodnocením dat z akcelerometru v jednotce a ze záznamu rychlosti, polohy a orientace sledovaného auta lze automaticky detekovat havárii. Podmínkou pro aktivaci je úplné zastavení vozu, protože i po velké nehodě s vysokými hodnotami přetížení nebo několikanásobným převrácením auta může být závodník schopen pokračovat. Jsou-li zaznamenána data nasvědčující havárii a auto se dále nepohybuje, spustí jednotka alarm. Nezruší-li jej posádka manuálně volbou „OK“, je vyslán **tísňový signál „SOS“**. Tento signál také může vyslat posádka vozu sama v případě, kdy se alarm neaktivuje. To se může stát např. při náhlých zdravotních potížích posádky, při požáru vozu, zranění diváků nebo dalších mimořádných okolnostech. Signál „SOS“ také může přivolat následující závodník, který zastaví u havarovaného vozu.

Po přijetí tíšňového signálu na dispečinku rally jsou dále učiněny další kroky, je navázána komunikace s havarovanými závodníky, posádkou následujícího vozu, traťovým komisařem a dalšími orgány. Současně je rozhodnuto o zastavení rychlostní zkoušky a vyslání záchranných složek na trať. U zásahových vozidel je žádoucí, aby byla také vybavena systémem pro GPS sledování pro lepší přehled o jejich stavu a poloze, a především mohou využít GPS navigace k místu určení.

Včasné varování

Systém včasného varování posádky na displeji jednotky zobrazuje informace o situaci na trati. Stručné a přehledné oznámení se objeví jen v určité vzdálenosti (ideálně stovky metrů) před událostí, vyžadující pozornost a obezřetnost závodníků. Jde nejčastěji o havárii nebo překážku na trati. Jezdec podle závažnosti jevu obdrží pokyn, aby zpomalil nebo zastavil, a potvrdí jeho přijetí. Systém jezdcovi umožní zobrazit nebezpečné místo na mapě a zbývající vzdálenost. Tato vzdálenost by měla být logicky měřena po trati, nikoli vzdušnou čarou. Zvláštním případem varování je systém pro bezpečné předjetí, který měří vzájemnou vzdálenost mezi dvěma pohybujícími se auty. I přes všechny tyto varovné funkce ale nelze na systém pro GPS sledování spoléhat stoprocentně. Na trati se

v průběhu závodu mohou vyskytnout nečekané překážky – zvěř, popadané stromy, větve, součásti aut, předměty z okolí tratě, kameny, patníky atd.

Mezičasy

Je-li jezdcům v průběhu závodu zpřístupněna funkce sledování mezičasů, může jejich jednotka ukazovat srovnání jejich jízdy s časy soupeřů. Lze poskytovat průběžné i dílčí (bodové) měření. Průběžné mezičasy se vypočítávají nepřetržitě po celou délku rychlostní zkoušky, dílčí jsou měřeny a zobrazovány ve vybraných bodech rozmístěných na trati. Výběr těchto bodů je libovolný, ale není-li v daném místě fotobuňka mezičasu, je výsledný údaj pouze orientační. Přesto lze při přesnosti GPS v nízkých jednotkách metrů dosáhnout uspokojivých výsledků.¹ Vizuální podoba funkce a možnosti pro její ovládání mohou být rozličné a lze vyjít vstříc požadavkům organizátorů a samotných závodníků. Důležité je, aby si posádka mohla z dostupných dat vybrat jednoho či více soupeřů, s nimiž chce porovnat svou jízdu.

Výsledky

Nejsou-li závodníkům k dispozici dílčí časy, musí se spokojit alespoň s výsledky v cíli jednotlivých rychlostních zkoušek. Bez GPS sledování by museli porovnávat časy v cílové kontrole každé RZ u výsledkové tabule. Odečítání je zbytečně komplikované a po odjezdu z kontroly posádka nezná časy později startujících soupeřů. Informace jim tak obvykle předají členové týmu nebo si posádka na spojovacích úsecích zjistí výsledky z internetu.

Jednodušší cestou tak je zpřístupnění online výsledků přímo ve sledovací jednotce. S dotykovým displejem by bylo ovládání nejjednodušší a možnosti zobrazení výsledků nejširší, ale nebude-li z technických důvodů možné dotykovou vrstvu na displeji použít, existují zjednodušená řešení pro prezentaci, jako má např. server Rally-Base.com.

6.3 Desktopová aplikace

Návrh počítá s jednou verzí desktopového rozhraní, ke kterému bude povoláným osobám z řad organizátorů (jako např. časoměřiči, traťoví komisaři, vedoucí rychlostních zkoušek

¹ GeoRacing se svou technologií při živém sledování dosáhl přesnosti na desetinu sekundy. (GeoRacing, 2017) Na klasických rychlostních zkouškách se oficiální čas měří taktéž s přesností na desetiny sekundy.

a další) poskytovan autorizovaný přístup. Činovníci budou mít zpřístupněné funkce podle svých skutečných oprávnění. Základní uživatelská verze bude volně dostupná divákům.

6.3.1 Funkce aplikace pro veřejnost

Aplikace přístupná všem uživatelům bez omezení je uvedena dříve, jelikož výčet funkcí je menší a nejsou v něm zahrnuty nepřístupné nástroje pro správu.

Cílem aplikace je nabídnout minimálně stejné možnosti, jaké skýtá placený web WRC+ pro živé sledování. Prostředí bude dostupné v řadě jazyků, nabídne alespoň po jednom z vektorových i rastrových mapových podkladů. Podmínkou je dostatečně podrobná cestní síť. Pro přehlednost a menší datovou náročnost bude vždy možné načíst vrstvy tratí pouze pro jeden konkrétní závod. Liniová vrstva tratí umožní zobrazení vzdálenosti bodu od místa startu a cíle. Spojovací tratě (přejezdy po veřejných komunikacích) budou odlišeny od tratí rychlostních zkoušek. Bodově budou znázorněny minimálně start, cíl a mezičasy tratí. Vyznačeno bude i místo servisního areálu, vyhrazená parkoviště, divácká místa a volitelné body zájmu v okolí (např. obchody, čerpací stanice apod.) Samozřejmostí je přítomnost ovládacích prvků, kterými si uživatel může mapové okno přizpůsobit a pohybovat se v něm.

Nejdůležitějším prvkem mapy budou přirozeně jednotliví závodníci. Ostatní vozidla, jako např. sanitky a servisní vozy, zůstanou pro přehlednost skryta. Body reprezentující závodníky musí být snadno identifikovatelné. K tomu poslouží vždy unikátní startovní číslo, volitelně doplněné popiskem se jménem pilota či jeho zkrácenou formou, která bude pro rychlé rozlišení dostačující. Při zvýraznění konkrétního závodníka se zobrazí více informací. Barva znaku zůstane ponechána pro vyjádření stavu závodníka a bude pomocí ní rozlišeno, nachází-li se na měřeném úseku, na přejezdu, nebo zda právě zastavil. Signály „OK“ nebo „SOS“ v případě havárie, stejně jako signalizace červené vlajky budou taktéž barevně zobrazeny. Po alarmové stavu lze pro zvýraznění jevu využít animace – např. blikajícím nebo pulzujícím znakem.

Legenda bude interaktivně zobrazovat doplňující údaje o jezdcích. Mezi základní údaje patří jméno jezdce a spolujezdce, jejich národnost, výrobce a model auta, výkonnostní třída a dosažený čas. V legendě by také mělo být možné jezdce řadit podle stanoveného kritéria, kterým může být např. startovní pořadí nebo průběžné umístění v soutěži. Takto by legenda zároveň zobrazovala výsledky soutěže. Odsud by také mělo

být možné skrze odkaz na webovou stránku navštívit profil jezdce, kde lze nalézt více informací, statistiky, fotogalerii a podobně. Na podobném principu již funguje stránka s online výsledky eWRC-results.com. Právě s její rozsáhlou databází by bylo ideální navrhovanou aplikaci propojit. Zajímavým doplňkem by mohlo být rozhraní chatu pro komunikaci s ostatními fanoušky během závodu.

Na vhodném místě aplikace se budou zobrazovat údaje o stavu a pohybu závodníka: aktuální rychlost, průměrná rychlost, další doplňující údaje o poloze atp. V případě přenosu telemetrických dat či živého videa z vozu lze tyto prvky také zakomponovat do aplikace, aby v optimálním případě uživatel mohl sledovat výsledky soutěže, pohyb závodníka v mapě i živý přenos jeho jízdy z jednoho okna prohlížeče.

Pro srovnávání závodníků mezi sebou a pro zpětné prohlížení záznamu jízdy bude implementována funkce umožňující opakované přehrávání. Ovládacími prvky lze záznam přehrát, pozastavit, přetáčet nebo zrychlovat a zpomalovat. Zařazena bude i tzv. funkce hromadného startu, ve které se všem jezdcům virtuálně nastaví stejný startovní čas. Součástí aplikace mohou být i analytické nástroje – grafy, tabulky a další doplňkové prvky.

6.3.2 Funkce aplikace pro organizátory

Pořadatelům zodpovědným za průběh soutěže budou v portálu dostupné funkce zajišťující komunikaci se všemi složkami, které je třeba koordinovat. Musí proto být zajištěno rychlé a snadné vyvolání požadované akce, jako je zastavení RZ, vyslání zásahových složek na místo nehody atd., stejně jako okamžité upozornění na mimořádnou situaci. Operátor bude mít přehled o všech vozidlech a stanovištích pořadatelů, aby je mohl v případě potřeby kontaktovat. Jak bylo uvedeno dříve, oprávnění k jednotlivým funkcím se mohou lišit v závislosti na roli přihlášeného činovníka.

7 Závěr

Prvním hlavním cílem této práce bylo analyzovat a zhodnotit současné webové geoinformační technologie z hlediska možnosti jejich využití pro tvorbu systému pro online sledování automobilových závodů. Byl definován soubor funkcí využitelných v prostředí systému pro online sledování. Pro trojici webových geoinformačních systémů Google Maps API, OpenLayers a Leaflet byla stanovena metoda bodového zhodnocení.

Ze vzájemného srovnání nevzešel jasný vítěz, všechny tři aplikace ale získaly dostatečně vysoké hodnocení, aby byly shledány vhodnými pro tvorbu požadovaného systému.

Druhým hlavním cílem bylo vytvoření podrobného návrhu systému pro online GPS sledování automobilových závodů. Důraz byl kladen na naplnění veškerých technických požadavků formulovaných sportovními federacemi.

Vedlejším cílem bylo představení existujících systémů využívaných pro GPS sledování rally. Byly zmíněny nejvýznamnější systémy a popsány jejich silné a slabé stránky.

Potvrdil se počáteční předpoklad, podle kterého je možné na základě kteréhokoli z vybraných webových geoinformačních systémů docílit uspokojivých a funkčních výsledků. Zpřísněním kritérií a podrobnější metodikou by bylo možné vybrat nejvhodnějšího zástupce. Je však otázkou, zda raději nevěnovat úsilí vývoji speciálních pluginů a rozšíření, je-li jich třeba k implementaci požadovaných funkcí.

Seznam literatury

AUTOKLUB ČR (2016): Výběrové řízení – GPS monitoring rally. [online] Dostupné z <<http://www.autoklub.cz/dokument/11261-vyberove-rizeni-gps-monitoring-rally.html>> [cit. dne 14. 6. 2017]

AUTOKLUB ČR (2017): Standardní propozice rally. [online] Dostupné z <<http://www.autoklub.cz/dokument/12550-standardni-propozice-rally.html>> [cit. dne 14. 5. 2017]

AUTOSPORT (2008): Rally v České republice jsou bezpečnější díky ONI. [online] Dostupné z <<http://www.autosport.cz/clanek.php?cl=7220>> [cit. dne 22. 6. 2017]

AUTOSPORT (2017): Revoluce v rallysportu - žlutá vlajka je zrušena. [online] Dostupné z <<http://www.autosport.cz/clanek.php?cl=18730>> [cit. dne 22. 6. 2017]

BÁČA, J. (2016): Tvorba animace bitvy ze starých mapových podkladů v prostředí GIS. Bakalářská práce. [online]. Praha: Univerzita Karlova, Přírodovědecká fakulta, 2016. Dostupné z <<https://is.cuni.cz/webapps/zzp/download/130182255/?lang=en>> [cit. dne 26. 6. 2017]

BÍLEK, P. (2016): Návrh vozidlové jednotky pro monitorovací systém využitelný v podmínkách amatérské automobilové rally. Diplomová práce. [online] Pardubice: Univerzita Pardubice, Dopravní fakulta Jana Pernera, 2016. Dostupné z <http://dspace.upce.cz/bitstream/handle/10195/67861/BilekP_Navrh_vozidlove_jednotky_pro_monitorovaci_system_vyuzitelny_v_podminkach_amaterske__automobilove_rallye_ZM_2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y> [cit. dne 1. 5. 2017]

BRAŠNOVÁ, K. (2012): Kartografické metody pro vizualizaci časových změn prostorových dat. Diplomová práce. [online] Plzeň: Západočeská univerzita v Plzni, Fakulta aplikovaných věd, 2012. Dostupné z <<https://otik.uk.zcu.cz/handle/11025/3688>> [cit. dne 26. 6. 2017]

DOBEŠOVÁ, Z. (2009): Hodnocení kartografické funkcionality geografických informačních systémů. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, Katedra geoinformatiky, 132 s.

DOBROUCKÝ, M. (2012): GPS tracks data processing and visualization. Diplomová práce. [online] Praha, Univerzita Karlova, Matematicko-fyzikální fakulta, 2012. Dostupné z <<https://is.cuni.cz/webapps/zzp/download/120096922/?lang=en>> [cit. dne 2. 6. 2017]

EWRC (2017): Návštěvnost za rok 2016. [online] Dostupné z <<https://www.ewrc.cz/kontakt/>> [cit. dne 11. 6. 2017]

FIA (2017): World Rally Championship (WRC) Timing, Tracking & Connectivity Solutions. [online] Dostupné z <<https://www.fia.com/file/56719/download?token=K8H1oShe>> [cit. dne 12. 6. 2017]

GEORACING (2017): [online] Dostupné z <<http://www.georacing.com/rally/>> [cit. dne 29. 6. 2017]

HŮLA, B. (2016): Německá zkušenost s GPS Bohumíra Hůly. [online] Dostupné z <<https://www.ewrc.cz/clanek/28927/>> [cit. dne 22. 6. 2017]

LOVELACE, R. (2014): Google vs OpenLayers vs Leaflet. [online] Dostupné z <<http://robinlovelace.net/software/2014/03/05/webmap-test.html>> [cit. dne 5. 5. 2017]

- NAM SYSTÉM (2017): Monitorování závodů rally. [online] Dostupné z <<http://www.nam.cz/category/zakaznici/zavody-rally>> [cit. dne 24. 6. 2017]
- RALLYSAFE (2017): [online] Dostupné z <<http://rallysafe.com.au/>> [cit. dne 14. 6. 2017]
- SIT SPORTS (2017). [online] Dostupné z <<http://sitsports.com/en>> [cit. dne 15. 6. 2017]
- SIT SPORTS (2017): Safety Tracking System Manual. [online] Dostupné z <http://www.rajdpolски.pl/pliki/zawodnicy/2017/sit_sports_tracking_system_manual_2017_v1.9.pdf> [cit. dne 5. 7. 2017]
- SPORTTRAXX (2017): [online] Dostupné z <<http://www.sporttraxx.com>> [cit. dne 1. 7. 2017]
- ŠLAPETOVÁ, E. (2011): Online přenos z onboard kamer závodních automobilů v průběhu rally závodů a jejich využití v PKB. Diplomová práce. [online] Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, Fakulta aplikované informatiky, 2011. Dostupné z <http://digilib.k.utb.cz/bitstream/handle/10563/16440/%C5%A1lapetov%C3%A1_2011_dp.pdf?sequence=1> [cit. dne 22. 4. 2017]
- ŠPICAR, P. (2011): Využití moderních technologií v orientačním běhu. Bakalářská práce. [online] Praha: Univerzita Karlova, Fakulta tělesné výchovy a sportu, 2011. Dostupné z <<https://is.cuni.cz/webapps/zzp/download/130032814/?lang=en>> [cit. dne 23. 5. 2017]
- VOŽENÍLEK, V. (2001): Aplikovaná kartografie I. – tematické mapy. 2. vydání. Olomouc: Vydavatelství UP, 2001. 168 s.
- WANKA, T. (2009): Přímý přenos z rally udělat lze! [online] Dostupné z <<https://www.ewrc.cz/clanek/10356/>> [cit. dne 20. 5. 2017]
- WIKIPEDIA (2017): Stupeň krytí. [online] Dostupné z <https://cs.wikipedia.org/wiki/Stupe%C5%88_kryt%C3%AD> [cit. dne 21. 6. 2017]

Přílohy

Tab. 2 – Podrobné hodnocení webových geoinformačních technologií

Hodnocený aspekt	Leaflet	OpenLayers	Google Maps API
A - Základní konfigurace mapy, ovládání, kompozice			
podporovaná kartografická zobrazení (základní; alternativní; další možnosti)	Mercatorovo; Marinovo; zobrazení podporovaná pluginy třetích stran	Mercatorovo; není; zobrazení definovatelná v kódu	Mercatorovo; Gall-Petersovo; zobrazení definovatelná v kódu
hodnocení	výborné	výborné	výborné
souřadnicová síť	výborné	výborné	výborné
grafické měřítko	výborné	výborné	výborné
tiráž (copyright)	výborné	výborné	výborné
nastavení počátečních souřadnic (vycentrování mapy)	výborné	výborné	výborné
nastavení počáteční úrovně přiblížení	výborné	výborné	výborné
nastavení dovoleného rozsahu přiblížení	výborné	výborné	výborné
možnost posuvu mapy	výborné	výborné	výborné
plynulá animace posuvu + setrvačný efekt	výborné	výborné	výborné
ovládání posuvu více způsoby	výborné	výborné	výborné
omezení oblasti posuvu	výborné	výborné	výborné
možnost rotace mapy	výborné	výborné	výborné
možnost přiblížení a oddálení mapy (zoom)	výborné	výborné	výborné
plynulá animace přiblížení	výborné	výborné	výborné
ovládání přiblížení více způsoby	výborné	výborné	výborné
omezení úrovně přiblížení	výborné	výborné	výborné
možnost editace ovládacích prvků	výborné	výborné	výborné
režim na celou obrazovku	střední - pouze s pluginem	výborné	střední - prvek je nutné aktivovat
vedlejší mapové pole (minimapa)	střední - pouze s pluginem	výborné	střední - vyžaduje úpravu kódu
A - dílčí hodnocení (max. 19 b.):	18 b.	19 b.	18 b.
B - Mapové vrstvy			
nastavení základního podkladu	výborné	výborné	výborné

Hodnocený aspekt	Leaflet	OpenLayers	Google Maps API
přidávání a odstraňování vrstev	výborné	výborné	výborné
přepínání vrstev	výborné	výborné	výborné
překryv vrstev (overlay)	výborné	výborné	výborné
podpora WMS	střední - pouze zákl. podpora	výborné	výborné
podpora TMS	střední - pouze zákl. podpora	výborné	výborné
vytváření skupin vrstev	výborné	výborné	výborné
posuvník pro srovnání dvou vrstev zároveň	střední - pouze s pluginem	výborné	nedostupné
stínovaný reliéf	střední - pouze s pluginem, popř. hotovou vrstvou	výborné	střední - zákl. stínování, popř. hotovou vrstvou
podpora vlastnosti z-index	výborné	výborné	výborné
B - dílčí hodnocení (max. 10 b.):	8 b.	10 b.	8,5 b.
C - Hlavní obsah mapy			
interaktivní vrstvy	výborné	výborné	výborné
umístění bodu, linie, polygonu	výborné	výborné	výborné
dynamická data	výborné	výborné	střední, s použitím rozšiřujících knihoven
umístění prvku na požadované souřadnice	výborné	výborné	výborné
vložení obrázku	výborné	výborné	výborné
vložení animace/video	výborné	výborné	střední - vyžaduje úpravu kódu
vytváření skupin prvků	výborné	výborné	výborné
shlukování (clustering) prvků	střední - pouze s pluginem	výborné	výborné
tvorba vlastních znaků	výborné	výborné	výborné
podpora tříd pro znaky	výborné	výborné	výborné
podpora objektů GeoJSON	výborné	výborné	výborné
grafická variantnost znaků	výborné	výborné	výborné
odlišení prvků na základě atributů	výborné	výborné	výborné
fitování prvků	výborné	střední - vyžaduje úpravu kódu	výborné
tvorba funkční stupnice	střední - bez legendy	střední - bez legendy	výborné, s legendou
tvorba intervalové stupnice	výborné	střední - vyžaduje úpravu kódu	střední - bez úpravy nesprávná stupnice

Hodnocený aspekt	Leaflet	OpenLayers	Google Maps API
C - dílčí hodnocení (max 16 b.):	15 b.	14,5 b.	14,5 b.
D - Interakce s obsahem mapy			
přiblížení vybraného obsahu	výborné	výborné	výborné
informační bublina (tooltip)	výborné	výborné	výborné
posuv do požadovaného místa (vycentrování)	výborné	výborné	výborné
vyskakovací popisek (popup)	výborné	výborné	výborné
podpora CSS (kaskádové styly)	výborné	výborné	výborné
interakce při najetí kurzorem (mouseover)	výborné	výborné	střední - vyžaduje úpravu kódu
D - dílčí hodnocení (max 6 b.):	6 b.	6 b.	5,5 b.
E - nástroje a analytické funkce			
zjištění souřadnic libovolného bodu	výborné	výborné	výborné
vzdálenost bodu od linie	výborné	střední - vyžaduje úpravu kódu	výborné
nejbližší bod linie z bodu ležícího mimo ni	výborné	střední - vyžaduje úpravu kódu	střední - vyžaduje úpravu kódu
měření vzdálenosti	střední - pouze s pluginem	výborné	výborné
měření plochy	střední - pouze s pluginem	výborné	výborné
lupa (lokální přiblížení)	střední - pouze s pluginem	výborné	nedostupné
aktuální poloha uživatele (geolokace)	výborné	výborné	výborné
sledování polohy uživatele v mapě	výborné	výborné	výborné
azimut pohybu	výborné	výborné	výborné
rychlost pohybu	výborné	výborné	střední - vyžaduje úpravu kódu
časové razítko polohy (timestamp)	výborné	výborné	výborné
E - dílčí hodnocení (max. 11 b.):	9,5 b.	10 b.	9 b.
Celkové hodnocení (max. 62 b.):	56,5 b. (91 %)	59,5 b. (96 %)	55,5 b. (90 %)